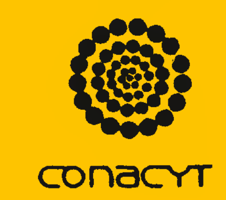
ISSN 0187-7151



ACTA BOTANICA MEXICANA

núm. 13 *Marzo 1991*

Instituto de Ecología A.C.



CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

Acta Botánica Mexicana (1991), 13:1-7

NOTA SOBRE LA ESTRUCTURA DEL ESTRATO ARBOREO DEL BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA EN LOS ALREDEDORES DEL CAMPAMENTO "EL TRIUNFO", CHIAPAS

GUADALUPE WILLIAMS LINERA

Instituto de Ecología
Apartado Postal 63
Xalapa, Veracruz 91000

RESUMEN

Se analizan datos sobre la estructura y la composición florística del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña situado entre 1850 y 2150 m de altitud en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas. La densidad y el área basal de árboles con diámetros de más de 5 cm es de 960 individuos/ha y de 54.5 m²/ha, respectivamente; la densidad de helechos arborescentes es de 150 individuos/ha. Los árboles alcanzan 40 m de altura y más de 2 m de diámetro. Las especies mas importantes son *Matudaea trinervia, Quercus crispifolia, Hedyosmum mexicanum, Ocotea* sp., *Conostegia volcanalis, Amphitecna* sp. *y Symplococarpon* aff. *purpusii*. Se considera que el sitio de estudio no es representativo del bosque mesófilo de montaña de la Reserva y que hacen falta más investigaciones, tanto florísticas como ecológicas, para relacionar los cambios de asociaciones vegetales con las variaciones en altitud y topografía.

ABSTRACT

Tree stratum structure and floristic composition data of a cloud forest site located between 1850 and 2150 m of altitude in the Biosphere Reserve "El Triunfo", Chiapas are presented and analyzed. Density (stems/ha) and basal area (m²/ha) of trees greater than 5 cm of diameter were 960 and 54.5, respectively; tree fern density was 150 individuals/ha. Trees are up to 40 m tall with diameters greater than 2 m. The dominant tree species are *Matudaea trinervia, Quercus crispifolia, Hedyosmum mexicanum, Ocotea* sp., *Conostegia volcanalis, Amphitecna* sp., and *Symplococarpon* aff. *purpusii*. The study site is not representative of the cloud forest of the Reserve. It is important to carry out more floristic and ecological studies in order to relate the changes in vegetational associations to variations in altitude and topography.

Hacia el sur de la región fisiográfica del Estado de Chiapas conocida como la Sierra Madre de Chiapas (Mullerried, 1957) se encuentra ubicada la Reserva de la Biósfera "El Triunfo" (Diario Oficial de la Federación, marzo 13, 1990). Esta Reserva comprende una extensión de 119000 ha e incluye cinco zonas núcleo. El área de estudio se encuentra en el núcleo I, el cual tiene una superficie de 11450 ha y altitud entre 700 y 2500 m s.n.m., permitiendo la presencia de varios tipos de vegetación, como bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de coníferas y bosque mesófilo de montaña (sensu Rzedowski, 1978). El sitio de estudio se localiza en el bosque mesófilo de montaña a unos 650 m al noroeste del claro El Triunfo, sobre la vereda hacia "Palo Gordo" (92° 42'W y 15° 43'N).

El clima en este lugar es templado húmedo. La temperatura media anual es de 16 °C, la temperatura mínima promedio de 5 °C, aunque se han registrado mínimas de -2 °C. El período de relativa sequía se extiende de noviembre a mayo, aunque pueden

presentarse abundantes lluvias durante todo el año. La precipitación total anual es de alrededor de 4000 mm. Hay fuertes vientos en otoño e invierno y la niebla es frecuente durante todo el año (Instituto de Historia Natural, 1986; González, comun. pers.). Esta zona es el habitat natural de especies animales raras y en peligro de extinción, tales como el pavón (*Oreophasis derbianus*), el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), el pajul (*Penelopina nigra*), el jaguar (*Felis onca*), el puma (*Felis concolor*) y el tapir (*Tapirus bairdii*) (González, 1984). Sin embargo, hay pocos estudios sobre la fauna y no hay trabajos publicados botánicos ni ecológicos de la vegetación.

Esta nota tiene como objetivos 1) presentar datos sobre la estructura del estrato arbóreo y sobre la fisonomía del bosque mesófilo que se encuentra dentro de la Reserva entre 1850 y 2150 m de altitud y 2) llamar la atención sobre la importancia de llevar a cabo investigaciones ecológicas extensas de las diversas comunidades vegetales de la Reserva.

En el sitio de estudio se establecieron diez lotes de 10 x 10 m a lo largo de un transecto de banda de 10 x 100 m en dirección noroeste. En cada lote se midió el DAP (diámetro a 1.3 m sobre el nivel del suelo) de todos los individuos arbóreos con DAP mayor o igual a 5 cm. Se colectaron especímenes de herbario de todos los individuos que se midieron. Se registró la densidad de helechos arborescentes con más de 1.5 m de altura y se hicieron observaciones cualitativas acerca de la cobertura del suelo, los árboles muertos y las ramas caídas.

La estructura de la vegetación se analiza en términos del área basal total y de la densidad de árboles en las categorías diamétricas de más de 5 cm y de más de 10 cm DAP. De estos datos se presenta la media seguida de su error estándar. Para determinar las especies arbóreas dominantes se calculó la densidad, la frecuencia y la dominancia absoluta y relativa por especie y con estos datos se estimaron los índices de valor de importancia de Curtis (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

La lista de elementos arbóreos colectados en el área de estudio se obtuvo del banco de datos florísticos del herbario XAL y los ejemplares correspondientes, depositados en XAL, se revisaron; los ejemplares testigo de este estudio se identificaron y se depositaron en XAL.

El área basal y la densidad de árboles mayores de 5 cm DAP fueron 54.4 $\pm$ 12.43 m^2/ha y 960 $\pm$ 102.4 individuos/ha, respectivamente. El área basal de los árboles mayores de 10 cm DAP fue de 53.0 $\pm$ 12.5 m^2/ha y la densidad fue estimada en 590 $\pm$ 56.7 individuos/ha. Estas cantidades corresponden al intervalo de valores indicado por varios autores para bosques mesófilos de montaña (Grubb et al., 1963; Tanner, 1977; Puig et al., 1987).

La densidad de helechos arborescentes (Cyatheaceae) mayores de 1.5 m de altura fue de 150 $\pm$ 56.3 individuos/ha. Esta densidad se encuentra entre las señaladas para Costa Rica, de 50 individuos/ha a 1500 m de altitud y 415 individuos/ha a 1535 m de altitud en Monteverde (Lee et al., 1986). Varios autores han enfatizado la abundancia de helechos arborescentes como una característica sobresaliente de bosques neotropicales de neblina pero no han indicado la densidad de individuos (Tanner, 1977; Hartshorn, 1983; Stadtmuller, 1987; Catling y Lefkovitch, 1989).

La distribución en clases diamétricas del número de individuos por especie se presenta en la figura 1. 39% de los árboles tienen diámetros menores de 10 cm de DAP,

pero representan únicamente 2.6% (1.4 m²/ha) del área basal total; 70% de los árboles tienen diámetros menores de 20 cm, sin embargo, las especies no están uniformemente representadas. Por ejemplo, no hay individuos de *Hedyosmum mexicanum* o de *Ocotea* sp. con diámetros mayores de 35 cm, y todos los individuos de *Quercus crispifolia* tienen diámetros mayores de 100 cm. Otros individuos de este encino medidos fuera de los lotes de muestreo tuvieron casi 2 m de DAP y alrededor de 40 m de altura.

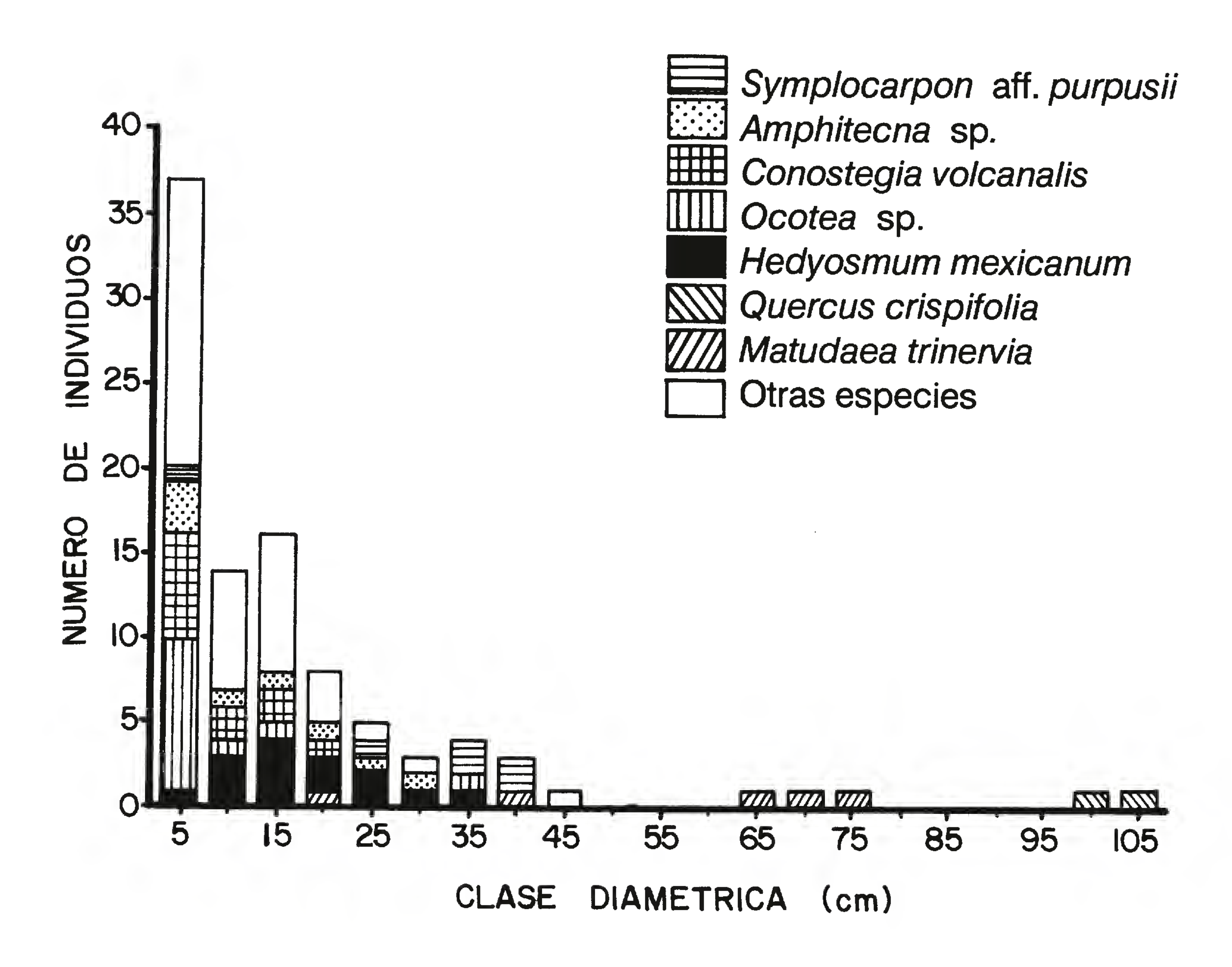


Fig. 1. Histograma del número de individuos de las especies dominantes en clases diamétricas (tamaño de clase = 5 cm).

Los índices de valor de importancia (Cuadro 1) señalan que las especies dominantes en esta comunidad vegetal son *Matudaea trinervia, Quercus crispifolia, Hedyosmum mexicanum, Ocotea* sp., *Conostegia volcanalis, Amphitecna* sp., *Symplococarpon* aff. *purpusii, Calyptranthes* sp., *Glossostipula concinna, Eugenia vulcanicola* y *Zunila cucullata.* Debido a que el área basal está correlacionada con la biomasa y la biomasa es una de las medidas más significativas de la importancia de una especie en la composición de la comunidad, se consideró como especies principales a aquellas que presentan un área basal mayor de 10% del área basal total (Tanner, 1977). De acuerdo con este criterio, las especies principales son únicamente *Quercus crispifolia* y *Matudaea trinervia,* ya que su dominancia relativa es de 31% y 27%, respectivamente. Es significativo el caso de *Q. crispifolia,* el cual con sólo dos individuos en la superficie muestreada presenta la mayor área basal por especie.

Cuadro 1. Indices de valor de importancia (I.V.I.) para árboles con DAP mayor o igual a 5 cm presentes en el transecto estudiado. La densidad absoluta está dada por el número de individuos por hectárea, la frecuencia absoluta representa el porcentaje de lotes en los que se registró la especie listada y la dominancia absoluta está dada por el área basal de la especie en m² por hectárea.

Especie	Nombre común	No.	Densidad		Frecuencia		Dominancia		
		Ind.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	I.V.I.
Matudaea trinervia Lundell	montón	5	50	5.2	40	6.0	14.6	26.8	38.0
Quercus crispifolia Trelease	encino	2	20	2.1	20	3.0	17.0	31.3	36.4
Hedyosmum mexicanum Cordemoy	muñeco	14	140	14.6	70	10.4	5.6	9.5	34.5
Ocotea sp.	canelillo	12	120	12.5	70	10.4	1.6	2.9	25.8
Conostegia volcanalis Standley & Steyerm.	uva	11	110	11.5	70	10.4	1.1	2.1	24.0
Amphitecna sp.	morro	8	80	8.3	60	9.0	2.1	3.8	21.1
Symplococarpon aff. *purpusii* (Brand.) Kob.	palo colorado	5	50	5.2	40	6.0	4.3	7.9	19.1
Calyptranthes sp.		8	80	8.3	50	7.5	1.0	1.9	17.7
Glossostipula concinna (Standley) Lorence	cantarillo	6	60	6.3	50	7.5	1.4	2.5	16.3
Eugenia vulcanicola Standley	escobillo	7	70	7.3	50	7.5	0.3	0.5	15.3
Zunila cucullata (Lundell) Lundell	chime	5	50	5.2	40	6.0	0.8	1.4	12.6
Nectandra sp.	tepeaguacate	2	20	2.1	20	3.0	1.6	2.9	8.0
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.	cerecillo	2	20	2.1	20	3.0	0.9	1.6	6.7
Ocotea aff. *dendrodaphne* Mez	canelillo	3	30	3.1	20	3.0	0.2	0.3	6.4
Ternstroemia tepezapote S. & C.	sámago	1	10	1.0	10	1.5	1.7	3.1	5.6
Rondeletia pyramidalis Lundell	palo blanco	2	20	2.1	20	3.0	0.1	0.1	5.2
Oreopanax xalapensis (H.B.K.) Decne. & Planch.	mano de león	2	20	2.1	10	1.5	0.4	0.7	4.3
no identificada	zapotillo	1	10	1.0	10	1.5	0.4	0.8	3.3

El bosque mesófilo de montaña del sitio de estudio dentro de la Reserva El Triunfo es fisonómicamente parecido a otros bosques de neblina en Guatemala (Catling y Lefkovitch, 1989), Costa Rica (Lawton y Dryer, 1980) y Panamá (obs. pers.). Su fisonomía característica se debe a la abundancia de epífitas y a la presencia de niebla durante casi todos los días del año. Los troncos de los árboles están prácticamente cubiertos de musgo, en algunos casos de hasta 10 cm de espesor. Líquenes, helechos, orquídeas, bromeliáceas y cactáceas crecen sobre sus ramas. Una capa gruesa de hojarasca cubre el piso del bosque y las ramas y epífitas caídas de los árboles son frecuentes. *Selaginella martensii* llega a cubrir 80% del suelo. Se observó un elevado número de árboles muertos, en su mayoría desenterrados de raíz, y en menor número quebrados o muertos en pie. Esto indica que el régimen de perturbación está dominado por la caída de árboles, lo cual está relacionado con la carga de epífitas que soportan junto con la carga de agua proveniente de la lluvia y la precipitación horizontal (condensación de neblina sobre la vegetación) y los vientos fuertes.

Los datos de dominancia de especies y de la composición florística del estrato arbóreo (ver Cuadro 2) indican que el bosque mesófilo de montaña de El Triunfo situado entre 1800 y 2150 m de altitud es similar al bosque lluvioso de montaña del Cerro Tres Picos descrito por Breedlove (1983). Sin embargo, observaciones preliminares y la lista de especies del banco de datos del herbario XAL indican que el sitio muestreado no es representativo del bosque mesófilo del núcleo I debido a los cambios en topografía y en altitud en esta zona. Por ejemplo, por arriba de los 2200 m s.n.m., en la cima del cerro El Triunfo, aparece un bosque de montaña de baja estatura (8 - 12 m), algunas especies arbóreas abundantes son *Weinmannia pinnata, Cleyera theaeoides, Miconia glaberrima, Phoebe* sp., *Drimys granadensis* var. *mexicana* y *Rapanea* spp. (Ramírez, com. pers.). Por abajo de los 1800 m hasta 1200 m de altitud, *Liquidambar macrophylla* aparece como la especie dominante junto con *Pinus oocarpa, Carpinus caroliniana* y *Quercus* spp., disminuyendo la abundancia de epífitas y desapareciendo los helechos arborescentes, que se presentaban por arriba de los 1800 m s.n.m. Se concluye que hacen falta estudios detallados tanto florísticos como ecológicos para definir los cambios de asociaciones vegetales relacionados con el incremento en la altitud y con los cambios en la topografía tanto en el núcleo I como en toda la Reserva de la Biósfera "El Triunfo".

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Biól. Fernando González haberme mostrado el núcleo I de la Reserva "El Triunfo" y haber compartido datos no publicados de las condiciones metereológicas. Agradezco al Biól. Fernando Ramírez sus sugerencias para mejorar el manuscrito y su gran ayuda en la identificación de especímenes y revisión de la lista de especies presentada en esta nota.

Cuadro 2. Lista de árboles del bosque mesófilo de montaña del núcleo I de la Reserva de la Biósfera "El Triunfo", Chiapas entre los 1800 y 2150 m s.n.m. Las especies citadas provienen del banco de datos computarizados del herbario XAL y corresponden a las colectas de I. Calzada llevadas a cabo en mayo de 1982. El * corresponde a los especímenes testigo de este trabajo.

Especie		Familia
Saurauia scabrida Hemsley		ACTINIDACEAE
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.	*	ARALIACEAE
Oreopanax sanderianus Hemsley	*	ARALIACEAE
Oreopanax xalapensis (H. B. K.) Decne. & Planch.	*	ARALIACEAE
Amphitecna sessilifolia (J. D. Smith) L. O. Williams	*	BIGNONIACEAE
Brunellia mexicana Standley		BRUNELLIACEAE
Perrottetia sp.		CELASTRACEAE
Hedyosmum mexicanum Cordemoy	*	CHLORANTHACEAE
Clethra sp.		CLETHRACEAE
Cyathea fulva (Martens & Galeotti) Fée		CYATHEACEAE
Bernardia interrupta (Schlecht.) Muell. Arg.		EUPHORBIACEAE
Quercus crispifolia Trelease		FAGACEAE
Quercus sp.		FAGACEAE
Matudaea trinervia Lundell	*	HAMAMELIDACEAE
Nectandra sp.	*	LAURACEAE
Ocotea aff.*dendrodaphne* Mez	*	LAURACEAE
Ocotea sp.	*	LAURACEAE
Pithecellobium arboreum (L.) Urban		LEGUMINOSAE
Conostegia volcanalis Standley & Steyerm.	*	MELASTOMATACEAE
Miconia spp.		MELASTOMATACEAE
Trichilia erythrocarpa Lundell		MELIACEAE
Morus sp.		MORACEAE
Zunila cucullata (Lundell) Lundell	*	MYRSINACEAE
Calyptranthes sp.	*	MYRTACEAE
Eugenia vulcanicola Standley	*	MYRTACEAE
Podocarpus matudai Lundell		PODOCARPACEAE
Rhamnus capraeifolia var. *grandifolia* Johnston		RHAMNACEAE
Prunus sp.		ROSACEAE
Glossostipula concinna (Standley) Lorence	*	RUBIACEAE
Rondeletia pyramidalis Lundell	*	RUBIACEAE
Styrax glabrescens Benth.		STYRACACEAE
Symplocos sp.		SYMPLOCACEAE
Symplococarpon aff. *purpusii* (Brand.) Kob.	*	THEACEAE
Ternstroemia tepezapote S. & C.	*	THEACEAE
Urera aff. *caracasana* (Jacq.) Griseb.		URTICACEAE
Citharexylum mocinnii D. Don		VERBENACEAE
Drimys granadensis var. *mexicana* (DC.) A. C. Smith		WINTERACEAE

LITERATURA CITADA

Breedlove, D. E. 1983. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). In: Graham, A. (ed.). Vegetation and vegetational history of Northern Latin America. Elsevier Scientific Publ. Co. Amsterdam. pp. 149-165.

Catling, P. M. y L. P. Lefkovitch. 1989. Associations of vascular epiphytes in a Guatemalan cloud forest. Biotropica 21: 35-40.

González, G. F. 1984. Aspectos biológicos del pavón *Oreophasis derbianus* G. R. Gray (Aves: Cracidae) en la reserva natural "El Triunfo", municipio de Angel Albino Corzo, Chiapas, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 83 pp.

Grubb, P. J., J. R. Lloyd, T. D. Pennington y T. C. Whitmore. 1963. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. I. The forest structure, physiognomy, and floristics. J. Ecol. 51: 567-601.

Hartshorn, G. S. 1983. Plants. In: Janzen, D. H. (ed.). Costa Rican natural history. The University of Chicago Press. Chicago. pp. 118-157.

Instituto de Historia Natural. 1986. Taller sobre planificación de áreas silvestres protegidas. Plan operativo. Propuesta reserva ecológica El Triunfo. Instituto de Historia Natural - Zoológico de Tuxtla Gutiérrez. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 45 pp.

Lawton, R. y V. Dryer. 1980. The vegetation of the Monteverde cloud forest reserve. Brenesia 18: 101-116.

Lee, M. A. B., P. A. Burrowes, J. E. Fauth, J. C. Koella y S. M. Peterson. 1986. The distribution of tree ferns along an altitudinal gradient in Monteverde, Costa Rica. Brenesia 25-26: 45-50.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. New York. 547 pp.

Mulleried, F. K. G. 1957. La geología de Chiapas.Gobierno Constitucional del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 180 pp.

Puig, H., R. Bracho y V. J. Sosa. 1987. El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. In: Puig H. y R. Bracho (eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología. México, D. F. pp. 55-79.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D. F. 432 pp.

Stadtmuller, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Una revisión bibliográfica. Universidad de las Naciones Unidas - Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 85 pp.

Tanner, E. V. J. 1977. Four montane rain forests of Jamaica: a quantitative characterization of the floristics, the soil and the foliar mineral levels, and a discussion of the interrelations. J. Ecol. 65: 883-918.

Acta Botánica Mexicana (1991), 13:9-30

ALGAS MARINAS BENTICAS DE LA COSTA DEL ESTADO DE COLIMA, MEXICO[1]

LUZ ELENA MATEO-CID
A. CATALINA MENDOZA-GONZÁLEZ[2]

Departamento de Botánica
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N.
Carpio y Plan de Ayala
11340 México, D.F.

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos del estudio de las algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, en aguas del Pacífico tropical mexicano. La lista florística se acompaña de datos sobre distribución de las especies en la zona de estudio, el estado reproductivo, el nivel de marea, el modo, las facies y el epifitismo. Se identificaron 9 especies de Cyanophyceae, 76 especies y 1 variedad de Rhodophyceae, 23 especies de Phaeophyceae, 19 Bacillariophyceae y 26 especies y 1 forma de Chlorophyceae.

Se comparó la diversidad de las especies entre la estación climática de lluvias y la de secas, durante 1985, 1987 y 1988. Se discute la diversidad de especies en relación a luz, mareas, facies y su variación en cada una de las estaciones climáticas. Las especies de Rhodophyceae dominaron en términos de diversidad; las cuatro clases restantes presentaron una variación mínima de la época de lluvias a la de secas. La ficoflora de Colima es tropical y es más diversa en la estación climática de lluvias.

ABSTRACT

Results are presented of a study on algae from the tropical waters of the coast of Colima, in the Mexican Pacific shore. The floristic list obtained includes data on distribution of species, reproductive stage, tidal level, mode, facies and epiphytism. Nine species of Cyanophyceae, 76 species and 1 variety of Rhodophyceae, 23 species of Phaeophyceae, 19 species of Bacillariophyceae and 26 species and 1 form of Chlorophyceae were identified. Species diversity was compared for two different climatic seasons, the rainy and the dry, during 1985, 1987 and 1988.

Species diversity in relation to light, tides, facies and variation due to wet and dry climatic seasons is discussed. The Rhodophyceae are dominant in terms of diversity; in the other four classes minimal variation between species present in either of the two seasons was observed. The algal flora of Colima is tropical and its greatest diversity was found in the rainy season.

---

[1] Trabajo parcialmente subsidiado por la Dirección de Estudios de Postgrado e Investigación del I.P.N. Proyecto No. 830811.
[2] Profesor becario de COFAA-IPN.

INTRODUCCION

El Dr. E. Y. Dawson fue el pionero de las exploraciones botánicas marinas realizadas en las costas del Golfo de California, de la península de Baja California así como del litoral del Pacífico tropical mexicano; llevó a cabo muchos estudios sobre taxonomía y distribución de las algas marinas en esos lugares, siendo los más importantes los realizados en el Golfo de California y la Baja California. Los resultados de estos trabajos fueron publicados en 1944, 1953, 1954, 1960, 1961, 1962, 1963a, 1963b, y 1966. Estos estudios forman la base de las investigaciones botánicas marinas hechas en las costas del Pacífico mexicano.

En los trabajos de Dawson se encuentran numerosas citas de algas marinas para la región noroccidental del país, mientras que, comparativamente, para la zona del Pacífico tropical mexicano los registros son menos cuantiosos. Otros estudios ficoflorísticos importantes realizados en la región del Pacífico tropical fueron los efectuados por Setchell y Gardner (1920b, 1924, 1925), Taylor (1945), Huerta y Tirado (1970), Chávez-Barrera (1972, 1980), Flores-Pedroche y González-González (1981), Oliva y Ortega (1983) y Huerta y Mendoza-González (1985).

Para Colima el mayor número de citas de algas marinas corresponde al Archipiélago de las Revillagigedo; éstas se encuentran en los estudios de Setchell y Gardner (1930), Taylor (1945) y Huerta y Garza (1975); mientras que para la costa del estado se enumeran cerca de 40 especies en los trabajos de Dawson (1954, 1960, 1961, 1962, 1963a) y Chávez-Barrera (1980).

Debido a la escasa información que existe sobre algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima y en general del litoral del Pacífico tropical de México, se considera de importancia el presente trabajo, ya que a través del mismo se obtendrá un mejor conocimiento acerca de la composición florística de esta región.

ZONA DE ESTUDIO

El estado de Colima está ubicado en la región centro-occidental de la República Mexicana, entre los 103° 30' y 104° 45' de longitud oeste y los 18° 42' y 19° 31' de latitud norte (Fig. 1). Tiene una superficie de 5455 km^2, de los que 221 corresponden al Archipiélago de las Revillagigedo, el cual no fue considerado en este estudio.

La parte no insular de Colima posee aproximadamente 140 km de litoral y en general presenta ambientes poco favorables para el establecimiento y desarrollo de las algas marinas.

La mayor parte de la zona de estudio tiene clima tropical del tipo $Aw_0(w)i$, el más seco de los subhúmedos, con una precipitación media anual de 660 a 1070 mm (García, 1981). Se aprecian dos estaciones climáticas bien definidas: 1) la de lluvias: que comprende los meses de junio a octubre y 2) la de secas: que corresponde a los meses de noviembre a mayo. El litoral de Colima es afectado frecuentemente por ciclones y tormentas tropicales de mayo a noviembre. Se encuentra influenciado por la corriente norecuatorial y no existen corrientes de surgencia en el área de estudio (Anónimo, 1973).

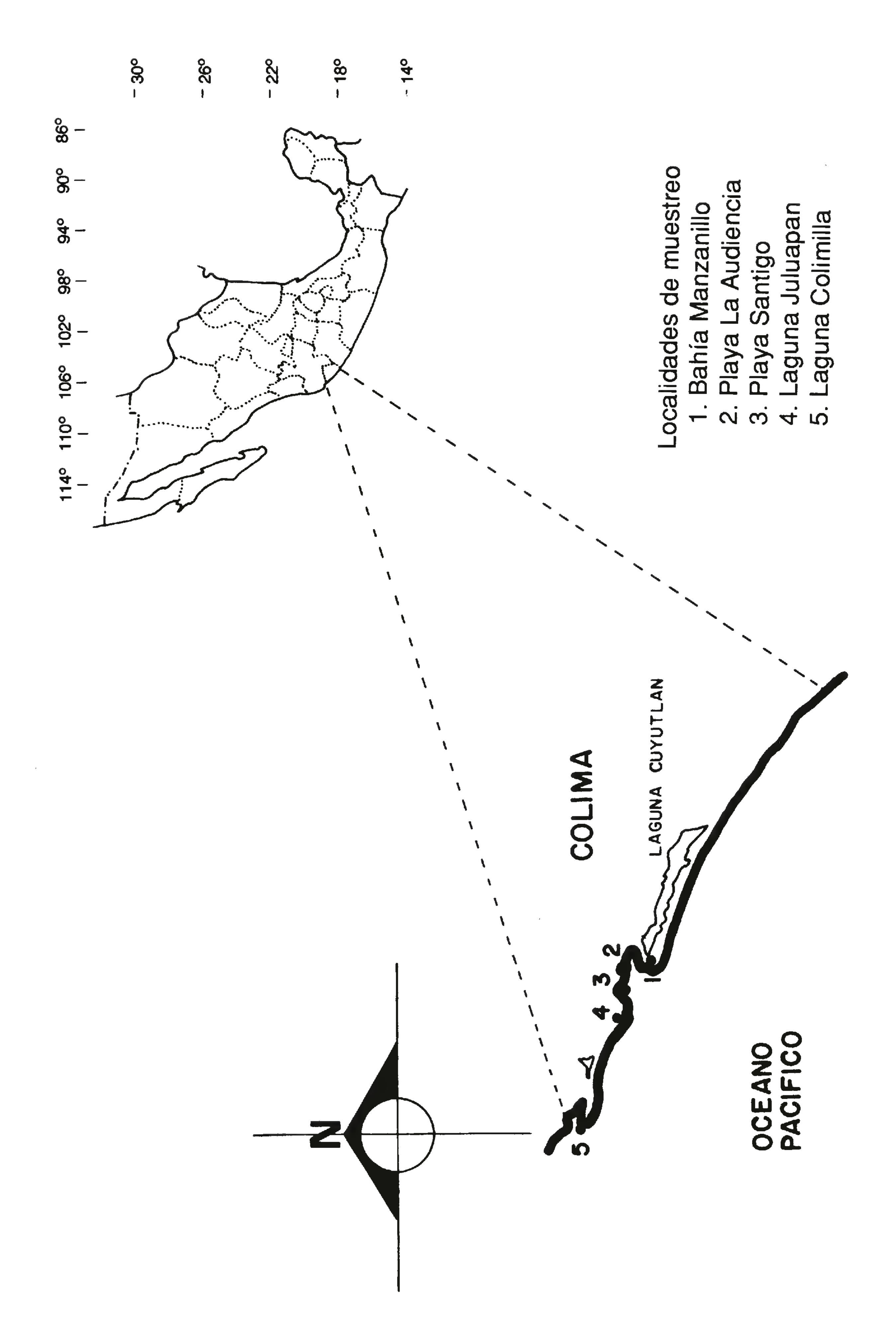


Fig. 1. Ubicación del área de estudio y de las localidades de muestreo.

La temperatura media anual en el puerto de Manzanillo es de 26.6°C, siendo marzo el mes más frío con 24.4°C y julio el mes más caliente, con 28.7°C y una oscilación anual de 4.3°C (García, 1981).

El tipo de marea es mixto, con una desigualdad diurna en las bajamares; generalmente se suceden dos pleamares y dos bajamares cada día. La pleamar media superior es de 0.269 m y la bajamar media inferior de 0.384 m. Las mareas vivas se presentan en los meses de noviembre a enero a partir del mediodía y al atardecer. La temperatura media superficial del agua es de 27.8°C. La salinidad media es de 3.47‰ (Anónimo, 1973).

METODOLOGIA

Las muestras de algas se obtuvieron de los niveles litorales e infralitoral superior durante los meses de noviembre y diciembre de 1985, los que corresponden a la estación climática de secas y en octubre de 1987 y julio de 1988, que comprenden el período de lluvias. Los especímenes se recolectaron a mano con ayuda de espátulas y navajas de campo; no se utilizó ningún método de muestreo en particular, pero se revisó exhaustivamente el área de estudio. El material biológico se fijó en formol al 4% en agua de mar y se trasladó al Laboratorio de Ficología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. En su identificación se utilizaron las obras de Taylor (1945), Dawson (1953, 1954, 1960, 1961, 1962, 1963a, 1963b), Abbott y Hollenberg (1976) y Werner (1977). Los ejemplares identificados se depositaron en la sección de ficología del herbario ENCB.
La secuencia de la lista florística va acorde a las clasificaciones de Werner (1977) para Bacillariophyceae, de Humm y Wicks (1980) para Cyanophyceae y de Wynne (1986) para Rhodophyceae, Phaeophyceae y Chlorophyceae.

Cada especie se presenta con datos relativos a su distribución en el área de estudio, el estado reproductivo, el nivel de marea, el modo, las facies donde se localizó y los hospederos en el caso de las especies epífitas. La determinación del nivel de marea, el modo y las facies se basó en la clasificación de Feldmann (1937).

LOCALIDADES DE MUESTREO

Localidad 1. Bahía Manzanillo: comprende playa Las Ventanas, el muelle de la ciudad y playa San Pedrito. La primera posee acantilados y agregados rocosos; el material se colectó en el nivel litoral expuesto. En el muelle el material ficológico se colectó en pequeños agregados de rocas del nivel litoral semiexpuesto. San Pedrito es una playa arenosa con escolleras; el material biológico se obtuvo sobre las rocas del nivel litoral expuesto.

Localidad 2. Playa La Audiencia: localizada aproximadamente a 10 km al norte de la ciudad de Manzanillo; es una pequeña playa arenosa en cuyos extremos existen promontorios peñascosos y acantilados expuestos a fuerte oleaje. En la zona rocosa se localizaron pozas de marea litorales de 10 a 20 cm de profundidad y de 20 a 50 cm de diámetro.

Localidad 3. Playa Santiago: ubicada en la bahía del mismo nombre, es un litoral arenoso con agregados rocosos, expuestos a fuerte oleaje; en este lugar se hallaron pozas de marea litorales de 10 a 15 cm de profundidad y de 20 a 30 cm de diámetro. En el extremo norte de esta playa se obtuvo material en el nivel infralitoral superior por medio de buceo libre a una profundidad de 1.5 m.

Localidad 4. Laguna Juluapan: laguna costera con manglar; el agua tiene poco movimiento y el sustrato es areno-limoso. Frente a la bocana de esta laguna existe una zona de poca profundidad con oleaje moderado, ya que al frente de ella se encuentra una rompiente natural de rocas; el tipo de sustrato es de guijarros. El material biológico se obtuvo sobre los guijarros del nivel infralitoral superior por medio de buceo libre y en las rocas y las raíces de mangle en el nivel litoral.

Localidad 5. Laguna Colimilla: laguna costera con extensiones considerables de manglar; el movimiento del agua es moderado y el sustrato es areno-limoso, el material se obtuvo en las raíces del mangle en el nivel litoral protegido. Esta localidad sólo se visitó en julio de 1988.

RESULTADOS Y DISCUSION

Flora

El total de algas marinas identificadas fue de 155; de las cuales, 9 especies corresponden a Cyanophyceae, 76 especies y 1 variedad a Rhodophyceae, 23 especies a Phaeophyceae, 19 a Bacillariophyceae y 26 especies y 1 forma a Chlorophyceae.

En la estación climática de lluvias se identificaron 130 especímenes y en la de secas 98. Por otro lado, el número más alto de especies se localizó en la playa La Audiencia y en la laguna Juluapan, en ambas estaciones climáticas.

Utilizando el factor R/P que determina la relación de diversidad entre Rhodophyceae y Phaeophyceae se obtiene un valor de 3.34 para el litoral del estado de Colima, el que nos indica que la flora marina de esta zona es del tipo tropical. Feldmann (1937) señala que en las regiones árticas el valor de R/P es cercano a 1 y aumenta conforme se avanza hacia los trópicos, que son las regiones donde este factor alcanza valores superiores a 3.

Facies

En los sitios de muestreo establecidos en el litoral del estado de Colima dominó el sustrato rocoso, ya que en 4 de las 5 localidades existen afloramientos peñascosos. De ahí deriva la diversidad de especies existentes en el área de estudio.

En las zonas rocosas de la bahía de Manzanillo se localizaron numerosos representantes de las familias Ulvaceae y Rhodomelaceae. El agua costera del puerto de Manzanillo tiene un alto contenido de coliformes y materia orgánica, originada por deshechos domésticos (Anónimo, 1973); en este lugar existe un desarrollo exhuberante de ciertas especies de algas como *Ulva lactuca, U. taeniata*, *Enteromorpha compressa* y *Centroceras clavulatum.* Al abrigo de estas plantas crecen especies más pequeñas, principalmente de la familia Ceramiaceae.

En las escolleras de la playa San Pedrito se encontraron pocas especies de algas, entre ellas *Caulerpa verticillata*, *Grateloupia versicolor*, *Polysiphonia simplex* y *Amphiroa* spp.

En la zona rocosa de la playa La Audiencia se localizaron numerosos ejemplares de las familias Corallinaceae, Dictyotaceae, Ectocarpaceae y Ulvaceae, los que formaban agregados densos y pequeños o se desarrollaban al abrigo de algas robustas como *Padina durvillaei* y *Sargassum liebmannii*. En las pozas de marea litorales se encontraron representantes de las familias Rhodomelaceae, Ulvaceae y Cladophoraceae.

La flora de las playas de Bahía Santiago es más pobre y es típica de las zonas rocosas expuestas; entre ellas se registraron *Chaetomorpha antennina*, *Grateloupia filicina* y *Tayloriella dictyurus*.

En la laguna de Juluapan, *Lomentaria hakodatensis*, *Centroceras clavulatum* e *Hypnea* spp. crecían sobre las raíces del mangle. En el sustrato areno-limoso se desarrollaba en forma abundante *Caulerpa sertularioides*. En los guijarros y rocas de la bocana se encontraron algas costrosas calcáreas como *Lithophyllum* spp., *Neogoniolithon setchelli*, *Hydrolithon* decipiens y numerosos especímenes de *Cladophora vagabunda*, *C. sericea*, *Gracilaria subsecundata*, *G. lemaneiformis y Gelidiopsis tenuis*.

En la laguna de Colimilla se encontró *Caloglossa leprieurii*, *Bostrychia radicans* f. *moniliformis* y *Centroceras clavulatum*, epífitas de raíces de mangle.

En la figura 3 se indica el total de especies colectadas por localidad de muestreo y por estación climática en la zona de estudio. Se observa que existe una marcada diferencia en el número de especies entre las localidades, pues aunque el tipo de facies rocosa expuesta de la bahía de Manzanillo, playa La Audiencia y la bahía de Santiago son similares, las dimensiones de las localidades de muestreo no son análogas, ya que en bahía Santiago la región estudiada es mucho más pequeña que las de la bahía de Manzanillo y La Audiencia. En la laguna de Juluapan en el sustrato areno-limoso, se desarrollan especies psamófilas de lugares protegidos y en la zona de la bocana se localizaron algas epilíticas, por lo que la flora ficológica de esta laguna es diversa.

El cuadro 1 muestra las 8 familias mejor representadas en el área de estudio que, en cuanto al número de especies se refiere, en conjunto incluyen 50.9% del total de la diversidad florística registrada. Los representantes de las familias Corallinaceae, Gracilariaceae, Rhodomelaceae, Ulvaceae y Cladophoraceae se encontraron en facies rocosas expuestas, pues soportan las drásticas condiciones de estos lugares. Por otro lado, los miembros de la familia Corallinaceae, principalmente los costrosos, son colonizadores de sustrato y se desarrollan tanto en rocas, guijarros, como en calidad de epizoicas o epífitas de otras algas; de ahí su abundancia en el área de estudio.

En cuanto a las especies de las familias Oscillatoriaceae, Ectocarpaceae y Ceramiaceae, son en su mayoría epífitas y otras crecen al abrigo de algas más robustas.

Cambios estacionales de la diversidad florística

La figura 2 muestra que en este estudio la diversidad más alta de especies se presenta durante la época de lluvias y en la figura 3 se observa la variación en el número

Cuadro 1. Familias mejor representadas en el área de estudio.

FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES
Oscillatoriaceae	5	5
Corallinaceae	8	19
Gracilariaceae	2	9
Ceramiaceae	6	13
Rhodomelaceae	5	10
Ectocarpaceae	3	8
Ulvaceae	2	6
Cladophoraceae	3	9

de especies por localidad de muestreo y estación climática. En las localidades con sustrato rocoso existen las diferencias más notables en los números totales de especies.

Las localidades de la bahía de Manzanillo y Santiago así como La Audiencia poseen zonas rocosas litorales expuestas, y presentan la diversidad de especies más alta en los meses de julio y octubre, los que corresponden a la estación climática de lluvias; en julio las mareas vivas son en la madrugada o en las primeras horas de la mañana y en octubre ocurren por la noche (Anónimo, 1973). El decremento en el número de especies en estas localidades se presenta durante la época de secas, en donde las mareas vivas son del mediodía al atardecer, por lo que las poblaciones litorales están expuestas a altas temperaturas del sustrato y a excesiva luminosidad y desecación.

Por lo que respecta a la laguna Juluapan, la marea también afecta a las poblaciones de algas de la zona litoral, ya que éstas se encontraron más diversificadas en la estación lluviosa.

El número de especies en la época de secas es alto debido al gran número de epífitas halladas en esta localidad, principalmente de la clase Bacillariophyceae.

Por otra parte es importante recordar que los factores más importantes que determinan la fenología de las plantas marinas son la luz y la temperatura. En la zona de estudio los días más largos corresponden a primavera y verano y son de hasta 3 a 4 horas más largos que los de otoño e invierno. De ello posiblemente depende también la mayor diversidad de especies encontrada durante el verano, al aumentar la disponibilidad de la luz del día para la vida de las algas.

Especies epífitas

En este estudio se localizaron un total de 64 especies epífitas, de las cuales 16 son estrictas; estas últimas se encuentran señaladas en el cuadro 2. La mayoría de las especies de Cyanophyceae y Bacillariophyceae son epífitas y la variación que presentan en la zona de estudio se encuentra directamente relacionada con las estaciones climáticas,

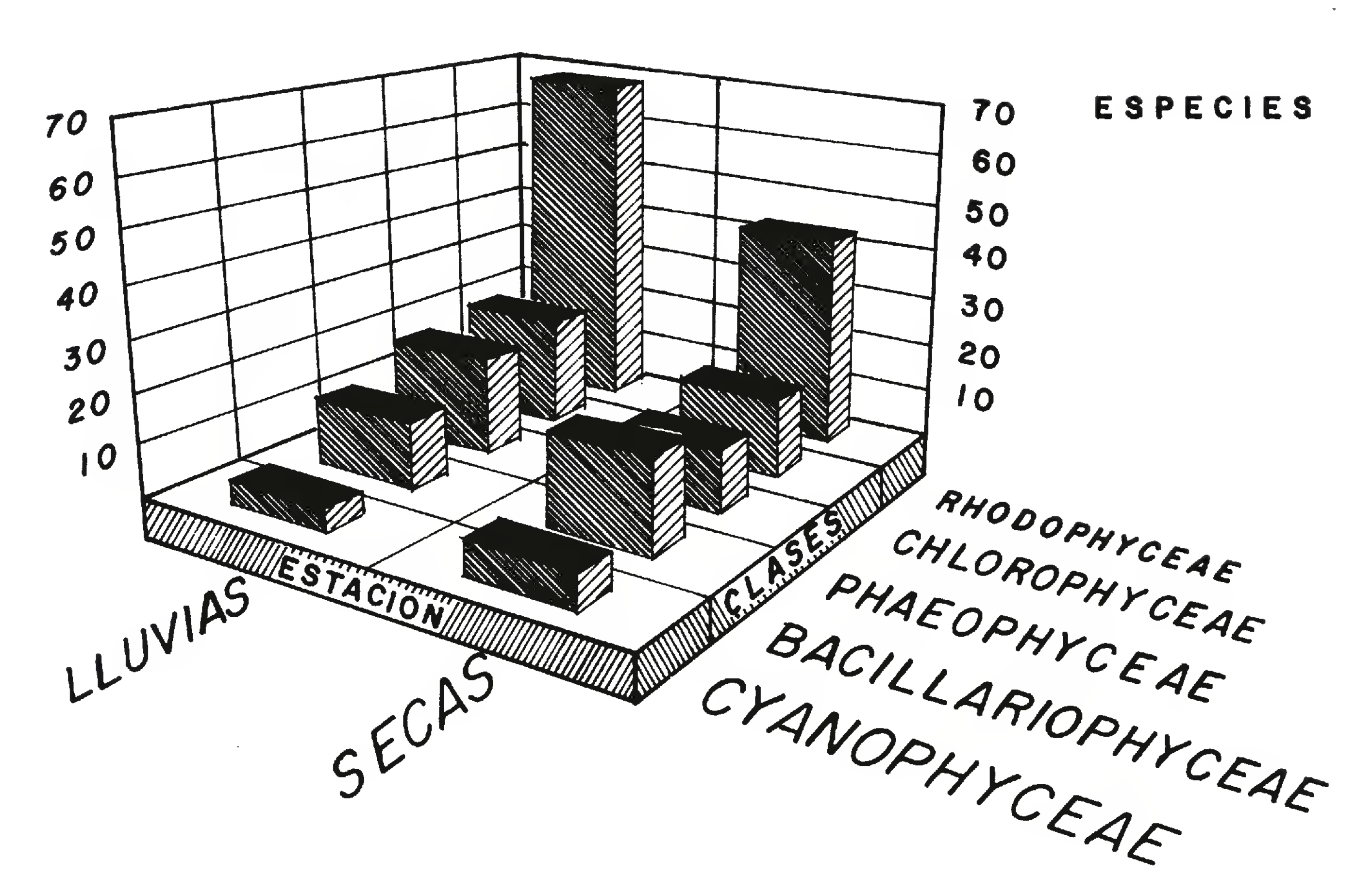


Fig. 2. Número de especies por clase.

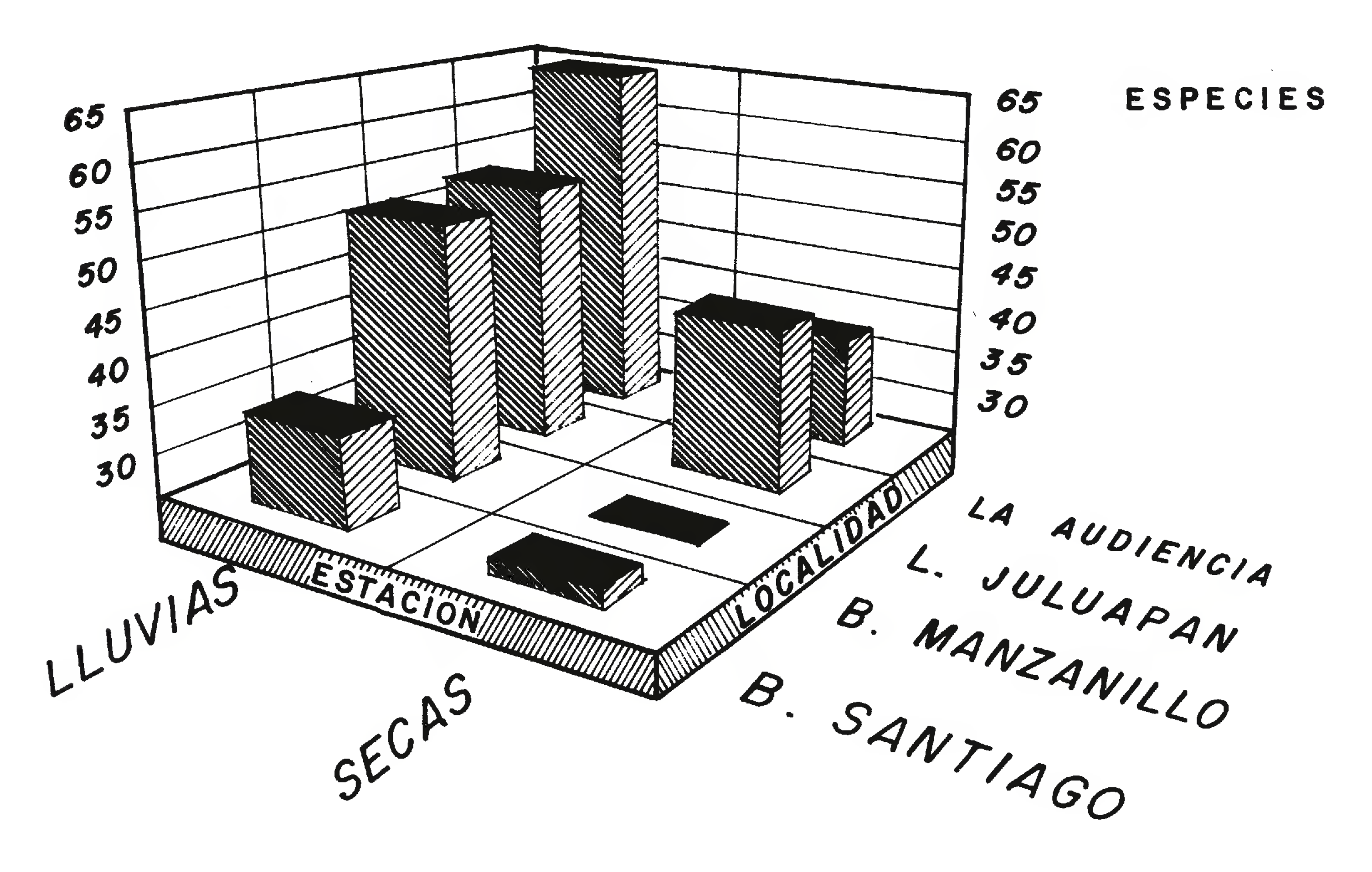


Fig. 3. Número total de especies por localidad.

ya que son frecuentes en la época de secas en la que las poblaciones de algas se encuentran en decadencia y fue común que las epífitas cubrieran en casi 90% de su superficie a sus hospederos. Las especies de estas dos clases descienden en número y frecuencia en la época de lluvias, que es cuando las poblaciones de algas bénticas de Rhodophyceae, Phaeophyceae y Chlorophyceae se encuentran en florecimiento.

En la estación climática de secas se identificaron 35 especies epífitas y en la de lluvias 49.

Reproducción

El tipo de reproducción que predominó en las especies enumeradas en este estudio, principalmente de Cyanophyceae y Rhodophyceae, fue el asexual, que tiene la ventaja de requerir de un menor gasto de energía para la formación de las esporas y éstas son diseminadas en forma rápida, lo que permite una dispersión eficiente de las mismas.

La mayoría de los taxa de Phaeophyceae se hallaron en reproducción sexual, pues como es sabido, los receptáculos de los organismos que viven en los niveles más altos de mareas estan protegidos por mucílagos, como sucede en las especies de *Sargassum* (Santelices, 1977).

El grueso de las especies de Chlorophyceae se encontraron en estado vegetativo, debido quizá, a que los ejemplares colectados se encontraban en estadíos juveniles y a que las fases sexuales de esta clase son efímeras y poco conspicuas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los biólogos Bertha López y Juan Antonio Rodríguez E. su valiosa ayuda en el procesamiento del material ficológico para su inclusión en el herbario ENCB. A la bióloga Gloria Garduño S. su valiosa cooperación en el trabajo de campo durante noviembre de 1985. Al personal de la Delegación Regional de Pesca de Manzanillo, su colaboración en el trabajo de campo de julio de 1988. A Danielle L. Maither por la traducción del resumen al idioma inglés. Al M. en C. Gustavo Hernández C. por las valiosas críticas y sugerencias al manuscrito. En especial a la Q.B.P. Laura Huerta M. por su inapreciable apoyo en el trabajo de laboratorio.

Cuadro 2. Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima.

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	0	V					
CYANOPHYCEAE												
Entophysalidaceae												
1- *Entophysalis conferta* (Kuetzing) Drouet et Daily	V	V					As	L	Ex	*	57 106 137	Pm
2- *Coccochloris stagnina* Drouet et Daily	V			V			As	L	Ex	*	40 137	Pm
Nostocaceae												
3- *Anabaina oscillarioides* Bory				V				Is	P	*	44 54	
Oscillatoriaceae												
4- *Microcoleus lyngbyaceus* (Kuetzing) Crouan		V	O	OV		As	As	L Is	Ex P	R	56	
5- *Oscillatoria lutea* C. Agardh				O				Is	P	R		
6- *Porphyrosiphon notarisii* (Meneghini) Kuetzing			O					L	Ex	*	50 56	
7- *Schizothrix mexicana* Gomont		V					As	L	Ex	R		
8- *Spirulina subsalsa* Oersted	V	O	O					L	Se	*	4 40	Pm
Rivulariaceae												
9- *Calothrix crustacea* Thuret		OV				As		L	Ex	R	13 106	
RHODOPHYCEAE												
Goniotrichaceae												
10- *Stylonema alsidii* (Zanardini) Drew	V	V		OV				L Is	Ex P	*	44 100 107 141	Pm
Erythropeltidaceae												
11- *Erythrocladia subintegra* Rosenvinge	V							L	Se	*	137 154	

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	0	V					
Acrochaetiaceae												
12- *Audouinella daviesii* (Dillwynn) Woelkerling	V	OV		V		As	As	L Is	Se P	*	107 108	
Dermonemataceae												
13- *Dermonema frappierii* (Montagne et Millard) Boergesen	V	OV				Sx	Sx	L	Ex	R		
Gelidiaceae												
14- *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis	V	OV	O	V			As	L Is	Ex P	R		ez
15- *G. sclerophyllum* W. Taylor	V						As	L	Ex	R		
Peyssonneliaceae												
16- *Cruoriopsis mexicana* Dawson	V						Sx	L	Ex	R		
17- *Peyssonnelia rubra* v. *orientalis* Weber-van Bosse		V					As	L	Ex	R		
Cryptonemiaceae												
18- *Grateloupia filicina* (Lamouroux) C. Agardh			OV	V		As		L Is	Ex P	R		
19- *G. versicolor* (J. Agardh) J. Agardh	OV	V	OV	O		As	As	L Is	Ex P	R		
Hildenbrandiaceae												
20- *Hildenbrandia prototypus* Nardo	V						As	L	Ex	R		ez
Corallinaceae												
21- *Amphiroa brevianceps* Dawson		V					As	L	Ex	R		Pm
22- *A. crosslandii* Lemoine		O						L	Ex	R		
23- *A. currae* Ganesan ?		V					As	L	Ex	R		Pm
24- *A. dimorpha* Lemoine	OV	V	V	V		As	As	L	Ex	R	34	Pm
25- *A. drouetii* Dawson		OV				Sx		L	Ex	R		
26- *A. polymorpha* Lemoine		V	V			As	As	L	Ex	R		Pm
27- *A. taylorii* Dawson		O	OV				As	L	Ex	R		
28- *Heteroderma nicholsii* Setchell et Mason		V	V	OV		As	As	L	Ex	*	105 109	

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	0	V					
29- *Hydrolithon decipiens* (Foslie) Adey		OV		OV		As	As	L Is	Ex P	R		
30- *Jania adhaerens* Lamouroux	V	V	O	V			As	L Is	Ex P	R	104 109	
31- *J. mexicana* W. Taylor		V					As	L	Ex	R		
32- *J. tenella* (Kuetzing) Grunow		V	V	V			As	Is L	P Se	*	108 109	Pm
33- *Lithophyllum imitans* Foslie		OV		OV		As	As	L Is	Ex P	R		ez
34- *L. lichenare* Mason		OV		OV		As	As	Is	P	R		ez
35- *Lithothamnion californicum* Foslie			O			As		L	Ex	R		
36- *L. crassiusculum* (Foslie) Mason				OV		As		Is	P	R		
37- *L. microsporum* (Foslie) Foslie		OV				As	As	L	Ex	R		ez
38- *Neogoniolithon setchellii* (Foslie) Adey		OV				As	As	L	Ex	R		Pm
39- *Tenarea ascripticia* (Foslie) Adey		V					As	L	Se	*	105	ç
Gracilariaceae												
40- *Gelidiopsis tenuis* Setchell et Gardner	OV	O		OV		As		L	Ex	R	152	
41- *G. variabilis* Setchell et Gardner			V					L	Ex	R		
42- *Gracilaria crispata* Setchell et Gardner	V			V			As	L	Ex	R		
43- *G. lemaneiformis* (Bory) Weber-van Bosse				V			Sx	L	Ex	R		
44- *G. marcialana* Dawson	V						As	L	Ex	R		
45- *G. subsecundata* Setchell et Gardner				OV		Sx	As	L	Ex	R		
46- *G. tepocensis* Dawson				V			As	Is	P	R		
47- *G. textorii* J. Agardh v. textorii			V				As	Is	P	R		
48- *G. verrucosa* (Hudson) Lamouroux				O		Sx		L	Ex	R		

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	O	V					
Hypneaceae												
49- *Hypnea johnstonii* Setchell et Gardner	V	V					As	L	Ex	R		
50- *H. pannosa* J. Agardh	OV	OV						L	Ex	R		
51- *H. spinella* (C. Agardh) Kuetzing			V	V			As	L	Ex	R	105	
52- *H. variabilis* Okamura				V			Sx	Is	P	R		
Phyllophoraceae												
53- *Gymnogongrus crustiformis* Dawson	O					Sx		L	Ex	R		Pm
54- *G. griffithsiae* (Turner) Martius		V					As	L	Ex	R		Pm
55- *G. johnstonii* Setchell et Gardner		V	V				Sx	L	Ex	R		
56- *G. leptophyllus* J. Agardh	V	OV	OV	V		Sx	Sx	L	Ex	R		Pm
57- *G. martiniensis* Setchell et Gardner		V					Sx	L	Ex	R		
Rhodymeniaceae												
58- *Drouetia coalescens* (Farlow) De Toni	O							L	Ex	R		
Lomentariaceae												
59- *Lomentaria hakodatensis* Yendo				V			As	Is	P	*	s/M	ç
Champiaceae												
60- *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey	O	OV				As		L	Ex	R		
Ceramiaceae												
61- *Anotrichium tenue* (C. Agardh) Nägeli	OV			OV		As	As	L Is	Ex P	R	104 106	
62- *Antithamnionella breviramosa* (Dawson) Wollaston in Womersley et Bailey	V						As	L	Se	*	40	ç

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	0	V					
63- *Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Montagne in Durie de Maisonneuve	O		O	OV	V		As	L Is	Ex P	R	s/M	
64- *Ceramium brasiliense* Joly ?	O					Sx		L	Ex	*	ez	
65- *C. camouii* Dawson	V		V	V			As	L Is	Ex P	R *	24 40 149	
66- *C. caudatum* Setchell et Gardner	V						As Sx	L	Ex	*	136	ç
67- *C. equisetoides* Dawson				O	V		As	L	Se	*	s/M	ç
68- *C. flaccidum* (Kuetzing) Ardissone				OV		As		Is	P	*	45 52	
69- *C. paniculatum* Okamura	OV		O			Sx		L	Se	*	24 52	
70- *C. taylorii* Dawson		O		V		Sx		L Is	Ex P	*	50 60	
71- *C. zacae* Setchell et Gardner		V					As	L	Ex	*	107	ç
72- *Pleonosporium rhizoideum* Dawson		V					Sx	L	Se	*	56	ç
73- P. squarrossum Kylin	O					As		L	Ex	R		
Dasyaceae												
74- *Dasya sinicola* v. *californica* (Gardner) Dawson		OV				As		L	Ex	R		
75- *D. sinicola* (Setchell et Gardner) Dawson *v. sinicola*	OV	V				As		L	Ex	R	132	Pm
Delesseriaceae												
76- *Caloglossa leprieurii* (Montagne) J. Agardh					V		As	L	Se	*	s/M	ç
Rhodomelaceae												
77- *Bostrychia radicans* f. *moniliformis* Post					V		As	L	Se	*	s/M	ç

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	O	V					
78- *Herposiphonia hollenbergii* Dawson				V			As	Is	P	R		
79- *H. secunda* f. *tenella* (C. Agardh) Wynne	V	V					As	L	Ex	R		Pm
80- *Laurencia richardsii* Dawson		O				As		L	Ex	R		
81- *Polysiphonia flaccidissima* Hollenberg				OV			As	Is	P	*	45	ç
82- *P. hendryi* v. *gardneri* (Kylin) Hollenberg	V	V	V				As	L	Ex	R		
83- *P. mollis* Hooker et Harvey				OV		As Sx		Is	P	R		
84- *P. pacifica* Hollenberg *v. pacifica*				OV			Sx	Is	P	R *	45 152	
85- *P. simplex* Hollenberg	OV	OV				Sx	As	L	Ex	R		
86- *Tayloriella dictyurus* (J. Agardh) Kylin		OV	OV			As	Sx	L	Ex	R		Pm
PHAEOPHYCEAE												
Ectocarpaceae												
87- *Compsonema intricatum* Setchell et Gardner		O				Up		Is	P	*	109	ç
88- *Ectocarpus acutus* Setchell et Gardner			O			Up		L	Ex	R		
89- *E. breviarticulatus* J. Agardh	V	OV	V			Up	Up	L	Ex	R		Pm
90- *E. chantransoides* Setchell et Gardner			V				Up	L	Se	*	109	ç
91- *E. corticulatus* Setchell et Gardner	V						Up	L	Ex	R		Pm
92- *E. parvus* (Saunders) Hollenberg		OV		O	V	Up	Up	L Is	Ex P	R	s/M	
93- E. siliculosus (Dillwyn) Lyngbye		O	V			Up	Up	L	Ex	R		Pm
94- *Streblonema investiens* (Collins) Setchell et Gardner		V					Up	L	Se	*	13	ç
Ralfsiaceae												
95- *Ralfsia confusa* Hollenberg			O	OV				Is	P	R		

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	0	V					
96- *R. fungiformis* (Gunn) Setchell et Gardner	V							L	Ex	R		
97- *R. hesperia* Setchell et Gardner		V					Up	L	Ex	R		Pm
98- *R. pacifica* Hollenberg		O				Up		L	Ex	R		ez
Sphacelariaceae												
99- *Sphacelaria californica* (Sauvageau) Setchell et Gardner		OV				Pp	Pp	L	Se	R		Pm
100- *S. rigidula* Kuetzing		OV	O			Pp	Pp	L	Se	*	109	ç
Dictyotaceae												
101- *Dictyopteris delicatula* Lamouroux		OV						L	Ex	R		Pm
102- *Dictyota bartayresii* Lamouroux		OV						L	Ex	R		Pm
103- *D. divaricata* Lamouroux		V	V					L	Ex	R		
104- *Padina crispata* Thivy in W. Taylor	V						Sx	L	Ex	R		Pm
105- *P. durvillaei* Bory		V	V	V			Sx	L Is	Ex P	R		
106- *P. mexicana* Dawson	V	V	V	V			Sx	L Is	Ex P	R		Pm
Chnoosporaceae												
107- *Chnoospora minima* (Hering) Papenfuss	V	OV	OV					L	Ex	R		
Sargassaceae												
108- *Sargassum howellii* Setchell				V			Sx	Is	P	R		
109- *S. liebmannii* J. Agardh		OV	V	V		Sx	Sx	Is L	P Ex	R		
BACILLARIOPHYCEAE												
Biddulphiaceae												
110- *Biddulphia aurita* (Lyngbye) Brevison et Godward				O				Is	P	*	40 68	

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	O	V					
111- *B. pulchella* Gray	OV							L	Se	*	24 72	
Coscinodiscaceae												
112- *Coscinodiscus excentricus* Ehrenberg	V	V	O					L	Se	*	24 69 73 85 89	
113- *Cyclotella meneghiniana* Kuetzing				O				Is	P	*	40 68 141	
114- *Melosira borreri* Greville	V	O		OV	V			Is L	P Se	*	40 68 74 83 144	
Achnantaceae												
115- *Achnantes longipes* Agardh				OV				Is	P	*	40 68 78 141	
116- *Cocconeis placentula* Ehrenberg	V			O				Is L	P Se	*	40 68 84 141	
Fragilariaceae												
117- *Grammathophora marina* (Lyngbye) Kuetzing	O	O		OV				Is L	P Se	*	66 72	
118- *Licmophora abbreviata* Agardh	V		O	O				Is L	P Se	*	69 89 141	
119- *L. flabellata* (Carmichael) Agardh	V	V	V	OV	V			Is L	P Se	*	31 40 68 84 106 141	Pm

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	O	V					
120- *Striatella unipunctata* (Lyngbye) Agardh				O				Is	P	*	40 68 106 141	
121- *Synedra radians* Ehrenberg		V		O				Is L	P Se	*	40 68	
Naviculaceae												
122- *Berkeleya hyalina* (Round et Brooks) Cox				O				Is	P	*	68 141	
123- *Cymbella cistula* (Hemprich) Grunow				OV				Is	P	*	40 68 141	
124- *Gyrosigma acuminatum* (Kuetzing) Rabenhorst				OV				Is	P	*	40 68 144	
125- *Navicula lanceolata* (Kuetzing) Rabenhorst		V		O				Is L	P Se	*	4 40 68 141	
126- *Tropidoneis lepidoptera* (Gregory) Cleve		V		O				Is L	P Se	*	40 68 130 141	
Bacillariaceae												
127- *Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith				O				Is	P	*	40 68 141	
Gomphonemanaceae												
128- *Gomphonema olivaceum* (Lyngbye) Kuetzing				OV				Is	P	*	40 68 141	
CHLOROPHYCEAE												
Ulvaceae												
129- *Enteromorpha clathrata* (Roth) Greville				V				Is	P	R		

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	0	V					
130- *E. compressa* (Linnaeus) Greville	V	OV	OV	OV	V			L	Ex	R		Pm
131- *E. flexuosa* (Wulfen ex Roth) J. Agardh				V				L	Ex	R		
132- *Ulva lactuca* Linnaeus	OV	OV	OV		V			L Is	Ex P	R	s/M	
133- *U. rigida* C. Agardh			V					L	Ex	R		Pm
134- *U. taeniata* (Setchell) Setchell et Gardner	V	V						L	Ex	R		
Siphonocladaceae												
135- *Boodlea composita* (Harvey) Brand		V	O				As	L	Se	R		Pm
136- *Struvea anastomosans* (Harvey) Piccone et Grunow in Piccone		O		O				L Is	Ex P	R		
Cladophoraceae												
137- *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kuetzing	V	OV	OV					L	Ex	R		
138- *C. brachygona* Harvey			OV					L	Se	R		Pm
139- *C. linum* (O. F. Müller) Kuetzing			V					L	Se	*	137	ç
140- *Cladophora albida* (Hudson) Kuetzing	V	V	V					L	Ex	R		
141- *C. microcladioides* Collins				O				Is	P	R		
142- *C. prolifera* (Roth) Kuetzing	O	V						L	Ex	R		
143- *C. sericea* (Hudson) Kuetzing			V	V				L	Ex	R	56	
144- *C. vagabunda* (Linnaeus) van den Hoek				V				L	Ex	R		
145- *Rhizoclonium riparium* (Roth) Kuetzing ex Harvey			O					L	Se	*	130	ç
Bryopsidaceae												
146- *Bryopsis hypnoides* Lamouroux	V			V	V		As	L Is	Ex P	R	s/M 106	

ESPECIES	LOCALIDADES					REPRODUC.		NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES	EPIF. DE	OBS.
	1	2	3	4	5	0	V					
147- *B. pennatula* J. Agardh				V			As	Is	P	R		
148- *Derbesia marina* (Lyngbye) Kjellmann	O					G		L	Ex	R		Pm
Codiaceae												
149- *Codium cuneatum* Setchell et Gardner	OV						G	Is	Se	R		
150- *Codium* sp.	O							L	Ex	R		
Caulerpaceae												
151- *Caulerpa racemosa* v. peltata (Lamouroux) Eubank	V	O	OV					L Is	Se P	A	49	
152- *C. sertularioides* (Gmelin) Howe	OV	V	V	OV				L Is	Se P	A N		
153- *C. sertularioides* f. *brevipes* (J. Agardh) Svedelius			O	V				Is	P Se	A N		
154- *C. verticillata* J. Agardh	OV							L	Se	A		
Udoteaceae												
155- *Clorodesmis hildebrandii* A. et E.S. Gepp		V						L	Se	R		

SIMBOLOGIA

MUESTREOS

O - Noviembre y Diciembre de 1985 (Estación climática de secas)
V - Octubre de 1987 y Julio de 1988 (Estación climática de lluvias)

LOCALIDADES

1- Bahía Manzanillo: Playa Las Ventanas, muelle de la ciudad y Playa San Pedrito
2- Playa La Audiencia
3- Bahía Santiago: Playa Santiago
4- Laguna Juluapan o Boquita de Miramar
5- Laguna Colimilla

REPRODUCCION	NIVEL DE MAREA	MODO	FACIES
As - Asexual	L - Litoral	Ex - Expuesto	R - Rocosa
Sx - Sexual	Is - Infralitoral superior	P - Protegido	A - Arenosa
Up - Unangias pluriloculares		Se - Semiexpeusto	N - Areno-limosa
Pp - Propágulos			
G - Gametocistos			

OBSERVACIONES

*- Epífita; ç - Epífita estricta; ez - Epizoica; s/M - Sobre raíces de mangle; Pm - Pozas de marea litorales

NOTAS

Los números que se localizan en la columna EPIF. DE corresponden a las algas sobre las que se localizaron a las especies epífitas.

El signo ? que se observa en algunas especies de la lista, indica que se tiene duda en la identificación de la misma.

LITERATURA CITADA

Abbott, I. A. y J. G. Hollenberg. 1976. Marine algae of California. Stanford University Press. Stanford, California. 789 pp.

Anónimo. 1973. Estudio geográfico de la región de Manzanillo, Colima. Dir. Gral. de Oceanog. y Señal. Mar. México, D. F. 361 pp.

Chávez-Barrera, M. L. 1972. Estudio de la flora marina de la Bahía de Zihuatanejo y lugares adyacentes. Mem. Congr. Nac. Ocean. Méx. 4: 265-271.

Chávez-Barrera, M. L. 1980. Distribución del género *Padina* en las costas de México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. 23: 45-51.

Dawson, E. Y. 1944a. The marine algae of the Gulf of California. Allan Hancock Pacific Expeditions 3: 123-180.

Dawson, E. Y. 1953. Marine red algae of Pacific Mexico. I. Bangiales to Corallinoideae. Allan Hancock Pacific Expeditions 17: 1-239.

Dawson, E. Y. 1954. Marine red algae of Pacific Mexico. II. Cryptonemiales. Allan Hancock Pacific Expeditions 17: 241-397.

Dawson, E. Y. 1960. Marine red algae of Pacific Mexico. III. Cryptonemiales, Corallinaceae, subfamily Melobesioideae. Pacific Naturalist 2(1): 1-125.

Dawson, E. Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. IV. Gigartinales. Pacific Naturalist 2(5): 191-341.

Dawson, E. Y. 1962. Marine red algae of Pacific Mexico. VII. Ceramiales; Ceramiaceae, Delesseriaceae. Allan Hancock Pacific Expeditions 26: 1-207.

Dawson, E. Y. 1963a. Marine red algae of Pacific Mexico. VI. Rhodymeniales. Nova Hedwigia 5: 437-476.

Dawson, E. Y. 1963b. Marine red algae of Pacific Mexico. VIII. Ceramiales. Dasyaceae, Rhodomelaceae. Nova Hedwigia 6: 401-481.

Dawson, E. Y. 1966. Marine algae in the vicinity of Puerto Peñasco, Sonora, México. University of Arizona Gulf of California Field Guide Series No. 1. Tucson. iii. 57 pp.

Feldmann, J. 1937. Recherches sur la végétation marine de la Mediterranée. La Côte des Albères. Révue Algol. 10: 1-339.

Flores-Pedroche, F. y J. González-González. 1981. Lista florística preliminar de las algas marinas de la

región sur de la costa de Jalisco, México. Phycol. Lat. 1: 60-72.
García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Adaptada para la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 243 pp.
Huerta, M. L. y J. L. Tirado, 1970. Estudio florístico-ecológico de las algas marinas de la costa del Golfo de Tehuantepec. Bol. Soc. Bot. Méx. 31: 115-137.
Huerta, M.L. y A. M. Garza B. 1975. Contribución al conocimiento de la flora marina de las islas Socorro y San Benedicto del Archipielago de las Revillagigedo, Colima, México. Col. Inf. Inst. Bot. Univ. Guadalajara 2(4): 4-16.
Huerta, M. L. y A. C. Mendoza-González. 1985. Algas marinas de la parte sur de la bahía de La Paz, B.C.S. Phytologia 59(1): 35-57.
Humm, J. J. y S. Wicks. 1980. Introduction and guide to the marine bluegreen algae. Wiley. Nueva York. 198 pp.
Oliva, M. G. y M. M. Ortega. 1983. Estudio preliminar de la vegetación sumergida en la laguna Caimanero y Marisma de Huizache, Sinaloa. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Méx. 54: 113-152.
Santelices, B. 1977. Ecología de las algas marinas bentónicas. Univ. Católica de Chile. Santiago. 384 pp.
Setchell, W. y N. L. Gardner. 1920b. The marine algae of the Pacific coast of North America. II. Chlorophyceae. Univ. Calif. Publ. Bot. 8: 139-374.
Setchell, W. y N. L. Gardner. 1924. New marine algae of the Gulf of California. Proc. Calif. Acad. Sci. 4th. Ser. 12: 695-949.
Setchell, W. y N. L. Gardner. 1925. The marine algae of the Pacific coast of North America. III. Melanophyceae. Univ. Calif. Publ. Bot. 8: 383-739.
Setchell, W. y N. L. Gardner. 1930. Marine algae of the Revillagigedo islands expedition in 1925. Proc. Calif. Acad. Sci. Ser. 19: 109-15.
Taylor, W. R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock Pacific Expedition to the Galapagos islands. Allan Hancock Pacific Expeditions 12: 1-528.
Werner, D. (ed.). 1977. The biology of diatoms. Blackwell Scientific Publications.Oxford. 498 pp.
Wynne, M. J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. Can. J. Bot. 64: 2239-2281.

Acta Botánica Mexicana (1991), 13:31-38

DENDROPHTHORA COSTARICENSIS (LORANTHACEAE), UN NUEVO REGISTRO PARA LA FLORA DE MEXICO

MIGUEL CHAZARO BASAÑEZ
Departamento de Investigación Científica y
Superación Académica (D.I.C.S.A.)
Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México

HECTOR OLIVA RIVERA
Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Veracruzana
Apartado postal #177, Córdoba, Veracruz, México

RESUMEN

Dendrophthora costaricensis Urban se registra por primera vez para México; se encontró en las laderas de barlovento del Cofre de Perote en el centro de Veracruz, México.

ABSTRACT

Dendrophthora costaricensis Urban, is recorded from Mexico for the first time. It was found on the seaward slopes of Cofre de Perote volcano in central Veracruz, Mexico.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Las Loranthaceae sensu lato o Loranthaceae, Viscaceae y Eremolepidaceae sensu stricto, constituyen una familia de plantas parásitas de los troncos y/o ramas de árboles o arbustos, tanto de Gimnospermas (coníferas), como de Dicotiledóneas y muy raramente de Monocotiledóneas.

En nuestro país existen 9 géneros: *Antidaphne* Poepp. & Endl., *Orycthanthus* Eichler, *Phthirusa* Mart., *Arceuthobium* Bieb., *Phoradendron* Nuttall, *Dendrophthora* Eichler, *Cladocolea* van Tieghem, *Struthanthus* Mart. y *Psittacanthus* Mart.

Las dos especies de *Phrygilanthus* Eichler, citadas por Standley (1920-1926) en su obra sobre árboles y arbustos de México, fueron reacomodadas dentro de *Psittacanthus; Phrygilanthus palmeri* (Watson) Engl., pasó a ser *Psittacanthus palmeri* (Watson) Barlow & Wiens y, *Phrygilanthus sonorae* (Watson) Standl. a *P. sonorae* (Watson) Kuijt.

Cabe aquí señalar el hecho de que muchas especies de Loranthaceae americanas descritas por taxónomos europeos o norteamericanos durante el siglo XVIII y XIX fueron inicialmente colocadas en *Viscum* y *Loranthus*, géneros que hoy se consideran exclusivos del viejo mundo.

Dendrophthora es un género que, de acuerdo con Kuijt (1961), está representado por 53 especies, todas ellas de América tropical.

En las islas del Caribe, se conoce de Cuba, Española, Jamaica, Puerto Rico, Santa Lucía y Martinica, siendo el oriente de Cuba y Española donde se encuentra el mayor número de especies (Kuijt,1961).

En América continental se distribuye también, de acuerdo con el mismo autor desde el sur de México hasta Bolivia, siguiendo las cadenas montañosas.

Por otro lado, es importante enfatizar la similitud morfológica de algunas especies de *Phoradendron* con las de *Dendrophthora*, pues la única diferencia entre estos dos géneros reside en el número de lóculos de las anteras (dos en *Phoradendron* y uno en *Dendrophthora*). Tal hecho ha complicado la taxonomía de ambos géneros, causando con ello muchos problemas y errores de identificación en el pasado y aún en la actualidad, ya que las flores en ambos géneros son diminutas y el carácter que las separa es difícil de observar.

El primer registro del género *Dendrophthora* publicado para México, aparece en la monumental obra de Standley (1920-1926), donde se cita *D. pedicellata* van Tieghem para la localidad de Mesa Chica.

Sin embargo, Kuijt en su monografía del género no menciona tal especie. Guiándonos por la localidad que da Standley (Mesa Chica; conocemos una ranchería con tal nombre entre San José Acateno, Pue. y Papantla, Ver.), así como por la descripción que señala la presencia de frutos pedicelados, y al no encontrar ejemplares de respaldo en los principales herbarios mexicanos para *D. pedicellata*, dedujimos que debe tratarse muy probablemente de *Phoradendron wawrae* Trelease, pues nos consta que tal especie crece en Mesa Chica, Veracruz y tiene los frutos pedicelados, quedando por consiguiente con mucha duda este primer registro.

A pesar de las cuantiosas colectas hechas por el Dr. Eizi Matuda en la región del Soconusco, Chiapas, este autor (Matuda, 1950) no registra la presencia de *Dendrophthora*.

Kuijt (1961) menciona una sola especie para México, *D. mexicana*, descrita por él mismo de ejemplares colectados por Quarles Van Ufford (No. 263) en Niquihuil (Chiapas), siendo por lo tanto éste el primer registro válido para México, además de representar la localidad más septentrional del género conocida para esa fecha.

Más recientemente en su listado florístico de Chiapas, además de *D. mexicana* Kuijt, Breedlove (1986) adiciona a *D. guatemalensis* Standley como un nuevo registro para la flora de México.

RESULTADOS

Al realizar colectas botánicas en el centro de Veracruz en 1981-1982 y en los años ulteriores en forma esporádica, nos cruzamos con un raro y vistoso “muérdago”, el cual en otra publicación nuestra (Cházaro y Oliva, 1987) fue identificado temporalmente como *Phoradendron* aff. *oliverianum* Trelease, mencionando que podría tratarse de una especie inédita.

Ejemplares colectados en Presa de Mazatepec, Puebla, 900 m s.n.m., 18 de abril de 1973, *L. Wolfgang Boege 2784* (ENCB); El Mirador, Mpio. de Totutla, Ver., 1000 m s.n.m., 23 de junio de 1981 (frutos) *F. Ventura Aburto 18652* (ENCB, XAL) (esta segunda es precisamente la localidad tipo de *P. oliverianum);* Atehuiztita, 6 km al SE de Zapotitán, brecha a Zacapoaxtla, mpio. Zapotitán de Méndez, Puebla, 700 m s.n.m., 4 de julio 1987 (frutos) *Pedro Tenorio L., A. Campos V., G. Gómez A. 13925* (MEXU, MICH) y determinados correctamente como *P. oliverianum*, nos convencieron que nuestro espé-

cimen de Buenavista, Mpio. de Xico, corresponde a otro taxon, como ya lo habíamos sospechado. Dado que *Phoradendron oliverianum* Trel. es una planta rara, incluimos a continuación un dibujo de esta especie (Fig. 1).

En 1985 gracias a la cortesía del Dr. William C. Burger, llegó a nuestras manos la publicación sobre las Lorantáceas de Costa Rica (Burger y Kuijt, 1983) y allí pudimos darnos cuenta del parecido asombroso entre nuestro *Phoradendron* aff. *oliverianum* y *Dendrophthora costaricensis*, pero el hecho de estar el centro de Veracruz tan lejos del área de distribución conocida de este último, nos hizo titubear en asignar una determinación definitiva.

Años después, trabajando con las Lorantáceas del Herbario Nacional de México (MEXU), encontramos especímenes de intercambio de *D. costaricensis* colectados, uno en Costa Rica y otro en Panamá. Después de un minucioso escrutinio, no nos quedó la menor duda de que nuestra planta de Buenavista pertenece a la mencionada especie.

A continuación se presenta una descripción basada en los ejemplares colectados en Veracruz.

Dendrophthora costaricensis Urban. Ber. Deutsch. Bot. Gesell. 14: 285. 1896.

Hierba perenne de 20 a 40 cm de longitud con los entrenudos basales teretes, los entrenudos basales de 3-4 cm de largo, los subsiguientes se van acortando progresivamente hacia la parte distal de las ramillas, ramas opuestas, con un par de catafilas situadas a 5-8 mm de la axila; hojas opuestas, carnosas, 3-5 nervadas desde la base, pero los nervios no son muy manifiestos, con superficie ampulosa en ambas caras, lámina de la hoja espatulada, con el ápice obtuso a redondeado, la base decurrente, margen ligeramente ondulado en los especímenes secos (no así en fresco), con una línea amarillenta visible a contraluz, de (3) 4-5.5 (6.5) cm de largo, por 1.5 a 2.5 cm de ancho en hojas maduras; inflorescencia en forma de espigas axilares, con 2 a 3 entrenudos o segmentos fértiles por espiga, flores 8-5 por segmento; fruto blanco translúcido, de forma esférica (Fig. 2).

Especímenes examinados: **Panamá**. Prov. Chiriquí, 6 km east of Cerro Punta, Paso Respingo area, 7800 feet, 12 febrero 1980, *Barry Hammel 1507* (MEXU, MO). Costa Rica. Cerro de la Muerte, 3000 m s.n.m., 7 de octubre 1978, *Antonio Thomas 683* (F, MEXU). **Honduras**. Dpto. La Paz, bosque nebuloso de montaña verde, aldea Las Marías, Cordillera Guajiquiro, 2100 m s.n.m, 23 de mayo 1964, *Antonio Molina 14048* (F). **El Salvador.** Dpto. Santa Ana, moist cloud forest on cordillera Miramundo, Mountain of Montecristo, El Trifino, 2000-2200 m s.n.m., 27-31 enero de 1966, *Antonio Molina, W.C. Burger & B. Wallenta 16800* (F). **Guatemala**. Dpto. Zacapa, between Loma el Picacho and Cerro de Monos, 2000-2600 m s.n.m., 16 enero de 1942, *J. A. Steyermark 42816* (F). Dpto. Chiquimula, middle slopes of Montaña Norte to El Juncal, on Cerro Brujo, SE of Concepción de las Minas, 1700-2000 m s.n.m., 2 noviembre 1939, *J.A. Steyermark 30993* (F). Dpto. San Marcos, Barranco Eminencia, above San Rafael Pie de la Cuesta, 2100-2400 m s.n.m., 14-15 marzo 1939, *P.C. Standley 68469* (F). **México**. Veracruz, Mpio. Xico, barranca entre Tlibaya y Coxmatla, 2100 m s.n.m., 2 abril 1983 (flores), *M. Cházaro B.* y *Luis Robles H. 2687* (LEA, WIS). Mpio. de Xico, de Xico a Corral de Rajas, 1800 m s.n.m., 7 agosto



Fig. 1. *Phoradendron oliverianum* Trel. A. Rama con infrutescencias; B. Infrutescencias (*P. Tenorio L. et al. 13925,* MICH Y MEXU).



Fig. 2. *Dendrophthora costaricensis* Urban *(M. Cházaro y H. Oliva 5253,* IBUG). A. Ramilla con frutos jóvenes y maduros; B. Espiga femenina, con frutos muy jóvenes.

1986 (flores y frutos), *M. Cházaro B. y Luis Robles H. 3836* (IBUG, LEA, WIS, XAL). Mpio. de Xico, cerca de Buenavista, 2100 m s.n.m., 12 de octubre 1987 (frutos) *M. Cházaro B. y Patricia Hdez. de Ch. 5062* (F, IBUG). Mpio. de Xico, cerca de Buenavista, 2200 m s.n.m., 25 de diciembre 1987 (flores y frutos), *M. Cházaro B. y H. Oliva R. 5253* (ANSM, CAS, CHAPA, IEB, LEA, MEXU, WIS, XAL).

D. costaricencis fue originalmente descrita de ejemplares colectados en el Volcán Irazú en Costa Rica. Rizzini (1960) la menciona para dos localidades de la provincia de Chiriquí, Panamá. En 1961 Kuijt la registra de Costa Rica y Panamá, pero en 1963 ya se conocía su existencia también en El Salvador y Guatemala (Kuijt, 1963). Por ejemplares de Herbario depositados en (F) sabemos que también prospera en Honduras, al igual que en Colombia (J. Kuijt, comunicación personal, 1990).

De Guatemala aparentemente el área se interrumpe hasta Veracruz, pues no existen ejemplares de Chiapas ni tampoco de Oaxaca.

De existir la especie en estas dos últimas entidades federativas tendrá que buscarse en algún lugar con características ecológicas similares a las de Buenavista, donde este muérdago se encontró en las laderas húmedas y neblinosas del Cofre de Perote, cubiertas por un bosque de niebla (sensu Cházaro, 1982), o evergreen cloud forest (sensu Breedlove, 1973), compuesto por *Drimys, Weinmannia, Symplocos, Styrax, Cleyera, Quercus, Zanthoxylum, Ternstroemia, Osmantus, Vaccinium leucanthum, Turpinia occidentalis*, etc. *Miconia* se halla dominando el estrato arbustivo, siendo esta Melastomataceae el hospedero principal de *D. costaricensis,* aunque en dos ocasiones la encontramos también sobre *Rondeletia* sp.

Este novedoso hallazgo de *Dendrophthora costaricensis* en un área restringida de Veracruz, además de representar la tercera especie del género para México, amplía el límite septentrional de distribución de *Dendrophthora* por más de 500 km, pues la población conocida más próxima se localiza cerca de Tuxtla Gutiérrez (Cañón del Sumidero), donde crece *D. guatemalensis* (ver Fig. 3).

Dado que en Veracruz sólo conocemos esta planta de un área restringida (cerca de Buenavista y entre Coxmatla y Tlibaya), donde es abundante localmente, se podría postular la hipótesis de que se trata de una introducción reciente, efectuada a larga distancia por aves.

AGRADECIMIENTOS

Al Biól. Luis Robles Hernández del Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara, El Grullo, Jalisco, quien nos acompañó en los viajes de colecta. Al Dr. William C. Burger, del Museo Field de Historia Natural de Chicago, Illinois, por el envío de Fieldiana Botany 13 (Flora Costaricensis), así como por permitir la revisión de los exsiccata de Loranthaceae depositados en el Herbario F. Al Dr. Frank G. Hawksworth, del Servicio Forestal del Dpto. de Agricultura de los Estados Unidos, en Fort Collins, Colorado, por la revisión al manuscrito. Al Dr. Job Kuijt por la revisión del manuscrito e información personal proporcionada.

A la Dra. Patricia Dávila A., jefe del Herbario Nacional de México (MEXU), por el préstamo de los exsiccata de *Dendrophthora costaricensis* procedentes de Costa Rica y

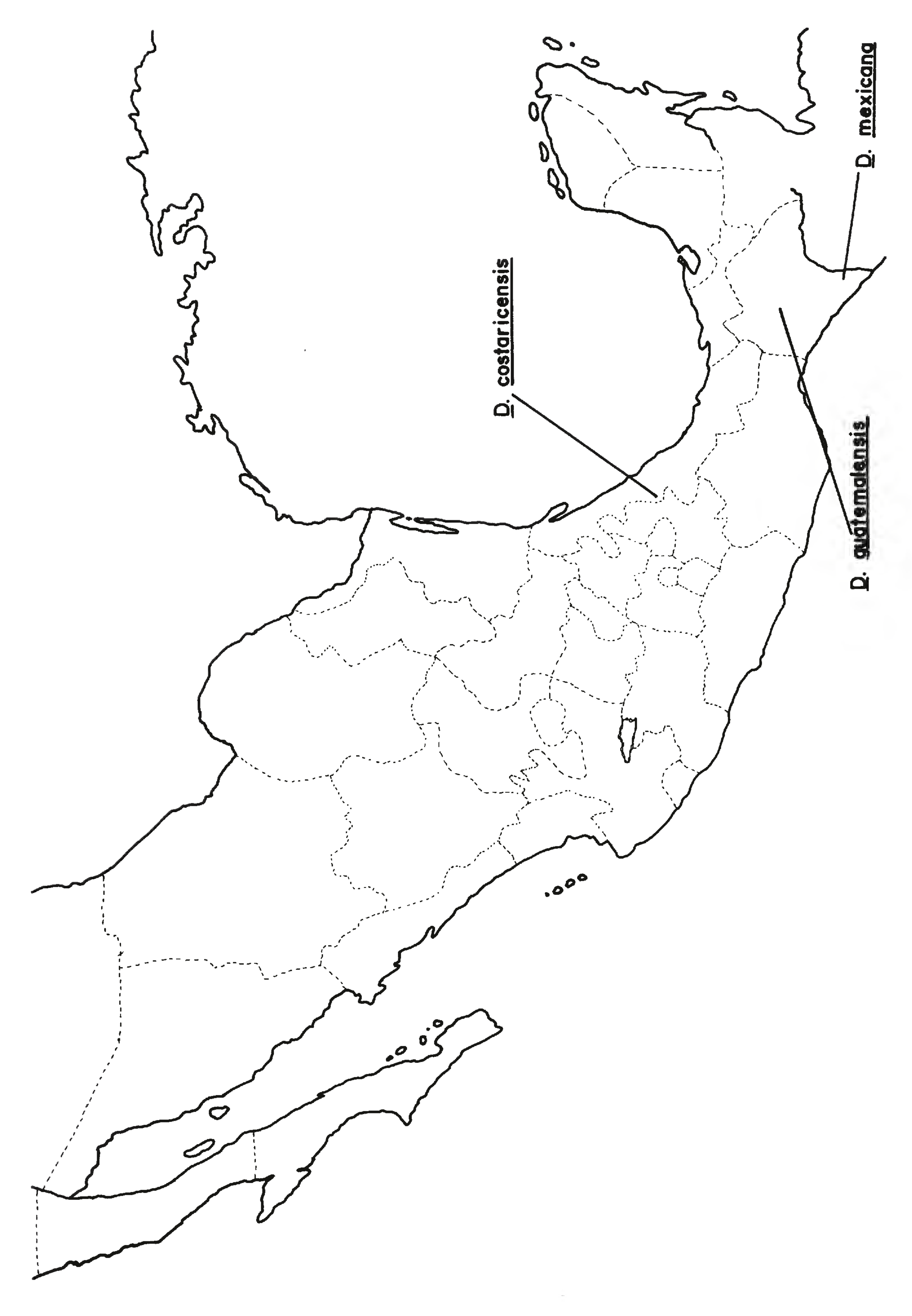


Fig. 3. Distribución del género *Dendrophthora* en México.

Panamá. A María del Refugio Vázquez Velasco, del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara y a Rosa María Patiño Beltrán, del Instituto de Geografía y Estadística, Universidad de Guadalajara, por los dibujos.

M. Cházaro B. desea agradecer de forma especial, la gran ayuda prestada por nuestro profesor el Dr. Hugh H. Iltis, a través de quien hemos obtenido ayuda financiera del Herbario de la Universidad de Wisconsin, Madison, que nos hizo posible realizar los viajes de campo. Finalmente a mi querida esposa Patricia Hernández de Cházaro, quien además de realizar el trabajo mecanográfico, ha sido una hábil y valiosa compañía en el campo, durante más de 10 años.

LITERATURA CITADA

Breedlove, D. E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (México). In: Graham, A. Vegetation and Vegetation history of northern Latin America. Elsevier Publishing Company. Amsterdam.

Breedlove, D. E. 1986. Loranthaceae. Listados florísticos de México. V. Flora de Chiapas. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 187 pp.

Burger, W. C. y J. Kuijt. 1983. Loranthaceae, In: Burger, W. C. Flora Costaricensis. Fieldiana: Botany 13: 29-79.

Cházaro B., M. 1982. Pisos altitudinales de vegetación en el Centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla. Manuscrito inédito. Xalapa, Veracruz. 29 pp.

Cházaro B., M. y H. Oliva R. 1987. Loranthaceae del Centro de Veracruz y zona limítrofe de Puebla I, II. Cact. y Suc. Mex. 32(4): 78-86.

Kuijt, J. 1961. A revision of *Dendrophthora* (Loranthaceae). Wentia 6: 1-145.

Kuijt, J. 1963. *Dendrophthora*: additions and changes. Acta Bot. Neerlandica 12: 521-524.

Matuda, E. 1950. A contribution to our knowledge of the wild and cultivated flora of Chiapas. 1. Districts Soconusco and Mariscal. Amer. Midl. Natur. 44(3): 513-616.

Rizzini, C. T. 1960. Loranthaceae. In: Woodson, R. E., Jr. & R. W. Schery. Flora of Panama. Ann. Missouri Bot. Gard. 47: 263-290.

Standley, C. P. 1920-1926. Trees and shrubs of Mexico. Contrib. U.S. Nat. Herb. 23: 227-235.

Acta Botánica Mexicana (1991), 13:39-51

NOTAS SOBRE EL GENERO *GYROCARPUS* (HERNANDIACEAE) EN MEXICO; UN NOMBRE NUEVO: *GYROCARPUS MOCINNOI* ESPEJO

ADOLFO ESPEJO SERNA

Herbario Metropolitano
Departamento de Biología
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa
Apartado Postal 55-535
09340 México, D.F.

RESUMEN

Se aclara el estado nomenclatural y taxonómico de *Gyrocarpus americanus* Jacq., *G. jatrophifolius* Domin y *G. mocinnoi* Espejo nom. et stat. nov. Se hacen comentarios acerca de la fenología y se da el mapa de distribución para las especies mexicanas.

ABSTRACT

The nomenclatural and taxonomic status of *Gyrocarpus americanus* Jacq., *G. jatrophifolius* Domin and *G. mocinnoi* Espejo nom. et stat. nov. are clarified. Commentaries are made about the phenology of the species and a distribution map of the Mexican species is presented.

El género *Gyrocarpus* está constituido por entre 5 y 10 especies de distribución pantropical (Domin, 1925; Kubitzki, 1969; Meissner, 1864) cuyos individuos son árboles caducifolios que florecen y fructifican cuando no tienen hojas. A veces los frutos permanecen en las ramas hasta el inicio de la temporada siguiente cuando el árbol comienza a reverdecer. Esta peculiar fenología es la causa de que los ejemplares de herbario presenten únicamente flores y/o frutos y carezcan de hojas, o en el mejor de los casos, éstas sean jóvenes, muy pequeñas y no representen adecuadamente al follaje normal de las especies.

Las descripciones e identificaciones realizadas con este material fragmentario o poco representativo, han sido la causa de confusiones taxonómicas dentro del género.

En México, las especies de *Gyrocarpus* forman parte del Bosque Tropical Caducifolio y del Bosque Tropical Subcaducifolio (Rzedowski, 1978), y se encuentran desde el nivel del mar hasta cerca de los 2000 m. En comunidades no perturbadas, los individuos de *Gyrocarpus* son por lo general escasos y se hallan diseminados dentro del bosque.

El disturbio de la vegetación en que habitan, aparentemente favorece su proliferación, aunque entonces los individuos son más abundantes, más pequeños y tienden a ser arbustivos, debido a las continuas talas a las que son sometidos.

El género fue descrito en 1763 por Nikolaus Joseph Jacquin, con la especie *Gyrocarpus americanus* Jacq., de material recolectado por él mismo, cerca de Cartagena, Colombia (Jacquin, 1763). *Gyrocarpus americanus* se caracteriza por tener las hojas ovadas, enteras o levemente trilobadas, el fruto ovoide (Fig. 1) y las flores con sólo cuatro estambres. A pesar de que en México no se localiza dicha especie, la mayor parte del material de *Gyrocarpus* recolectado en el país se encuentra identificado como *G. americanus.* Lo anterior se debe, al menos en parte, a que en su obra Trees and shrubs of Mexico, Standley (1922) señala que el género es monotípico siendo su única especie *G. americanus.* Posteriormente, en la Flora de Guatemala, Standley y Steyermark (1946) confirman dicha aseveración, lo cual contribuyó a continuar con el error.

En 1842, Schlechtendal divide a *Gyrocarpus americanus* en 5 variedades. Entre éstas, describe a *G. americanus Schiedei*, basándose en material colectado por Schiede en la Hacienda de Atlacomulco, al sur de Cuernavaca, Morelos.

En 1925, Karel Domin, describe *Gyrocarpus jatrophifolius* Domin, con material proveniente de Costa Rica (Domin, 1925). La comparación del material tipo de esta especie con ejemplares provenientes del estado de Morelos referibles al taxon publicado por Schlechtendal, *Gyrocarpus americanus Schiedei,* ha demostrado que en realidad se trata de una sola especie de amplia distribución en México y Centroamérica.

Cabe hacer notar que la obra de Domin trata sobre la flora y fitogeografía australianas, lo que aunado a que la revista en la que se publicó no es de fácil acceso en el país, causó que el trabajo pasara inadvertido durante años, circunstancia que ayudó a continuar con el error de seguir llamando *Gyrocarpus americanus* a la especie encontrada en México.

Gyrocarpus jatrophifolius difiere de *G. americanus* por tener las hojas profundamente (3-)5 lobadas, el fruto elipsoide-oblongo a elipsoide y las flores con 5 estambres. La gran mayoría del material mexicano revisado hasta ahora corresponde a esta especie, aunque es conveniente aclarar que el fruto y las flores presentan cierta variación morfológica de acuerdo con las diferentes regiones del país donde la especie se presenta y que, posiblemente, puedan separarse variedades o subespecies al hacer un estudio más cuidadoso.

Por otra parte, Meissner en 1864, describe *Gyrocarpus americanus* β? *pavonii,* basándose en un ejemplar supuestamente recolectado por Pavón en "Nova Hispania" y que presenta el fruto con denso tomento flávido-virescente y las alas más cortas y de color más claro que las de *G. jatrophifolius.*

Kubitzki (1969) señala en su descripción de *Gyrocarpus jatrophifolius* que esta especie presenta los frutos densamente pubescentes cuando jóvenes y glabros cuando maduros. Sin embargo, el trabajo de campo y la observación de numerosos ejemplares de herbario han demostrado que la aseveración de Kubitzki no es cierta. Los frutos de *G. jatrophifolius* son siempre totalmente glabros desde muy jóvenes hasta que caen del árbol, en tanto que los de *G. mocinnoi* Espejo (= *G. americanus* var. *pavonii* Meissner) son densamente tomentosos y flávido-virescentes desde el inicio de su formación hasta su madurez.

Domin en 1925, transfiere la variedad *pavonii* a *G. jatrophifolius,* sin duda sospechando que quizá ésta pueda ser una especie distinta y no solamente una variedad, ya que de hecho, anota en sus etiquetas el nombre de *G. pavonii* Domin.

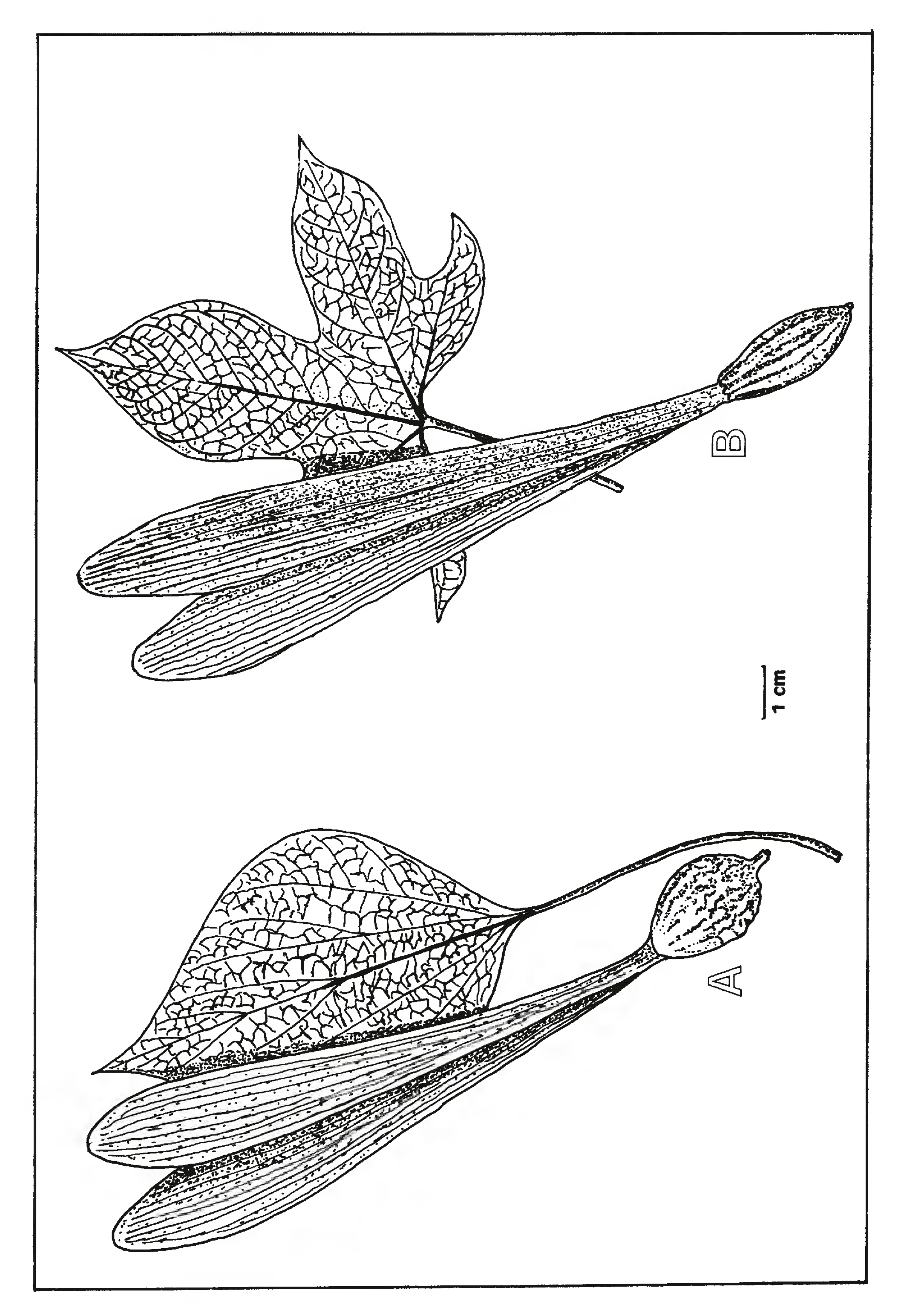


Fig. 1. Hoja y fruto de A: *G. americanus* y B: *G. jatrophifolius*. Tomado de: Domin K., 1925. Beitrage zur Flora und Pflanzengeographie Australiens. Biblioth. Bot. 22: 680-682. t. 23.

Con base en observaciones de campo y en la revisión de material de herbario se ha obtenido la tabla que se muestra en la figura 2 en la que se compara la fenología de *G. jatrophifolius* y *G. mocinnoi*. Como puede apreciarse, tanto la floración como la fructificación de ambas especies se dan en épocas distintas.

Además, la información obtenida ha permitido conocer las áreas de distribución en México, de las dos especies, que se muestran en la figura 3. *Gyrocarpus mocinnoi* se presenta en el sureste de México en los estados de Puebla, Oaxaca y Chiapas, así como en Guatemala, en tanto que *G. jatrophifolius* tiene una amplia distribución en México y además en parte de Centroamérica. Es importante hacer notar que sus áreas de distribución son claramente distintas y no se sobrelapan, por lo que se puede concluir que además de ser taxa distintos, *Gyrocarpus jatrophifolius* y *G. mocinnoi* son también especies vicariantes (Ramamoorthy y Lorence, 1987). Hasta el momento, no se ha visto ningún material que pueda ser considerado como híbrido entre las dos especies.

De todo lo anterior, se concluye que en México el género *Gyrocarpus* está representado por dos especies, *G. jatrophifolius* y *G. mocinnoi* (Fig. 4), en tanto que *G. americanus* se encuentra restringido a Centroamérica (Honduras, Nicaragua) y al norte de Sudamérica (Colombia, Venezuela).

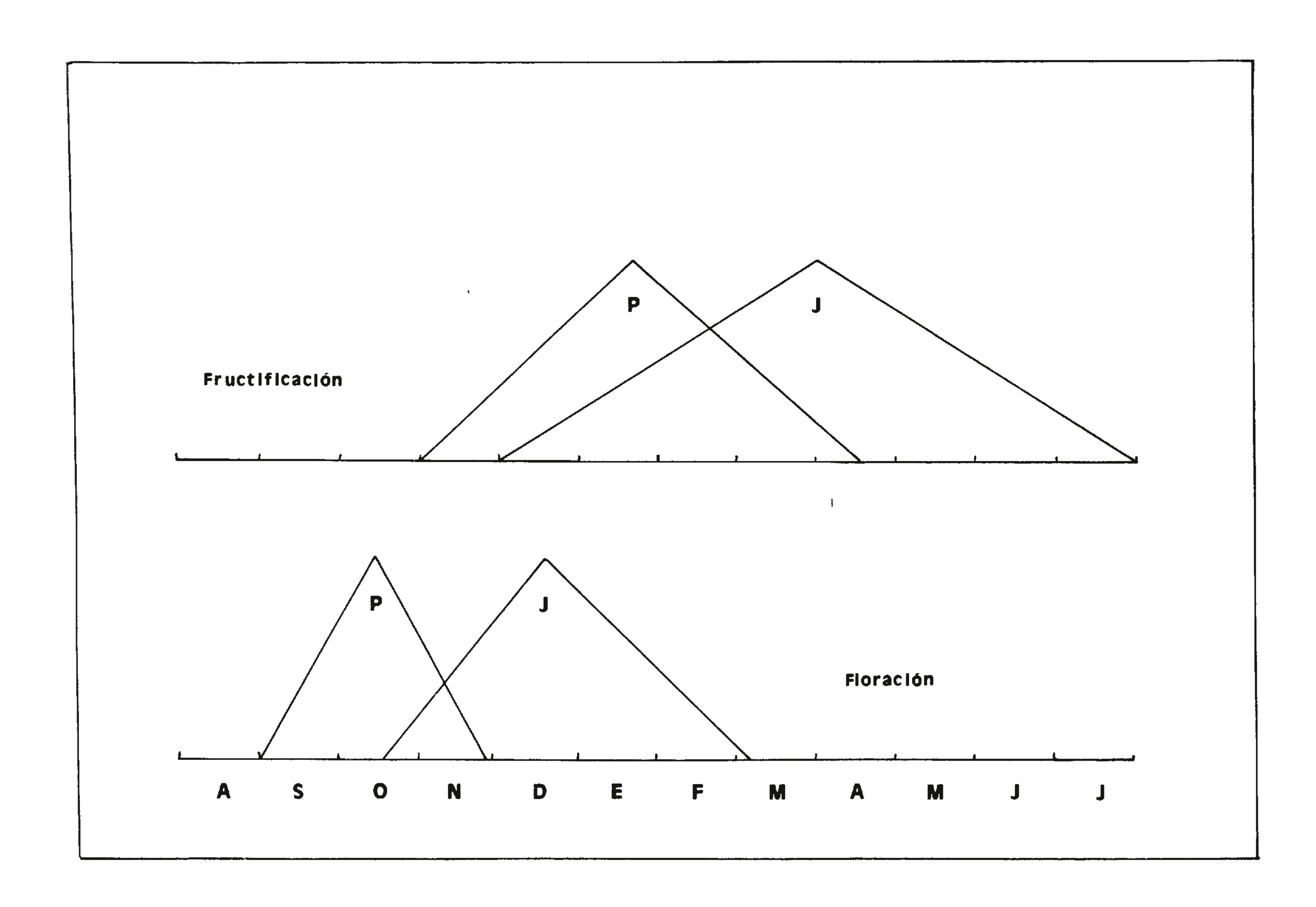


Fig. 2. Fenología de *G. jatrophifolius* (J), y *G. mocinnoi* (P). Las letras indican los meses del año.

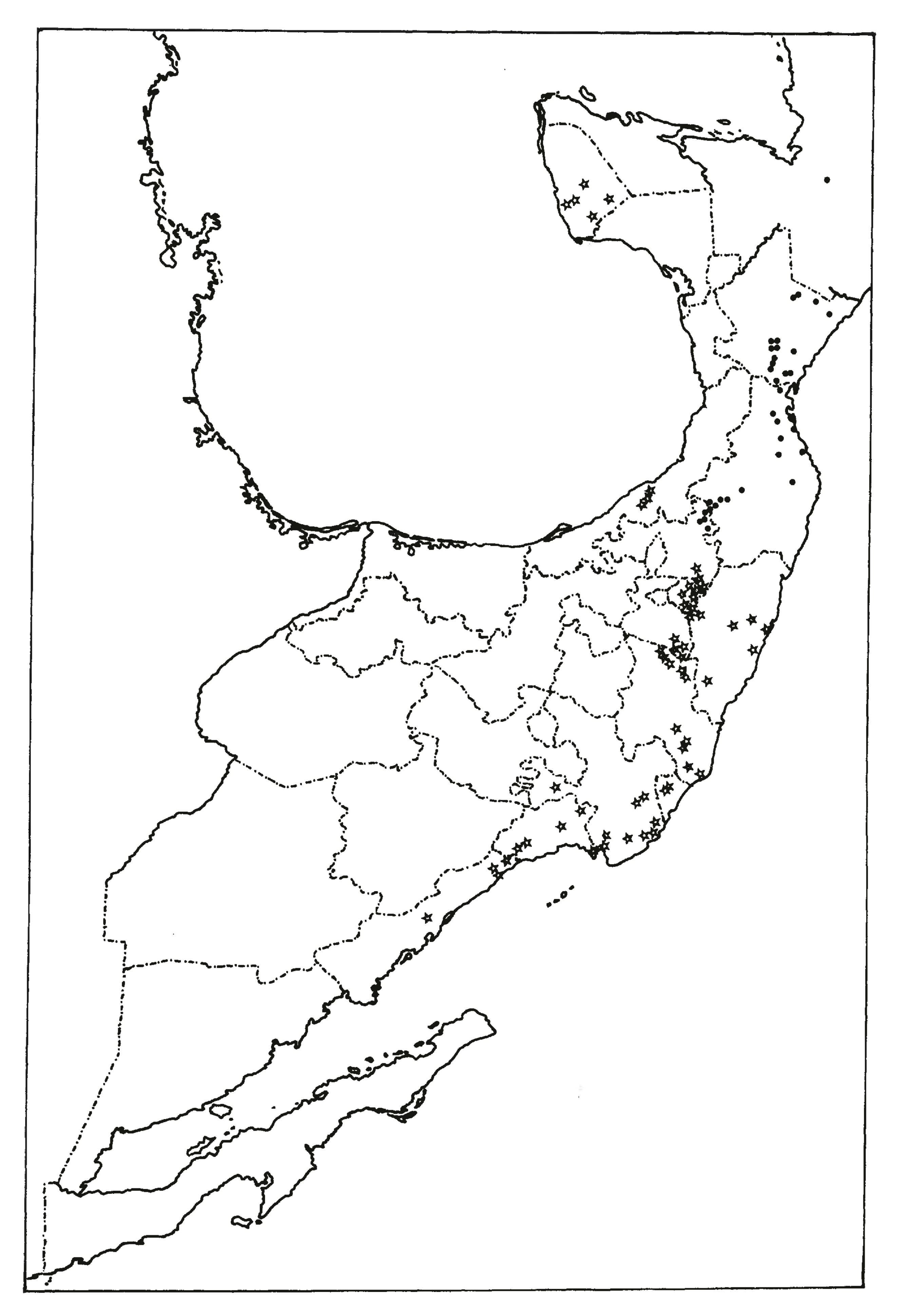


Fig. 3. Mapa de distribución conocida del género *Gyrocarpus* en la República Mexicana. Estrellas = *G. jatrophifolius*, círculos = *G. mocinnoi*.



Fig. 4. Infrutescencia de A: *G. jatrophifolius* (de *A. R. López-Ferrari 1136*) y de B: *G. mocinnoi* (de *A. Espejo 2370*).

Clave para las especies de *Gyrocarpus* en México

1. Fruto glabro, grisáceo, las alas grises a pardo oscuras; hojas y ramillas con pubescencia esparcida, los pelos blancos..*G. jatrophifolius*

1. Fruto densamente tomentoso, flávido a virescente, las alas pardas a pardo-amarillentas; hojas y ramillas con pubescencia abundante, los pelos amarillos a dorados ....*G. mocinnoi*

Gyrocarpus jatrophifolius Domin, Biblioth. Bot. 22: 682. t. 23 f. 4. 1925. TIPO: COSTA RICA, Nicoya, *Tonduz 13782* (lectótipo [designado por Kubitzki, 1969] K, isolectótipos CR, GH!), *Tonduz 13982* (paratipos CR, GH!).
G. americanus Schiedei Schldl., Linnaea 16: 399. 1842. TIPO: MEXICO, Morelos, Hacienda de Atlacomulco cerca de Cuernavaca, *Schiede* s/n (Holótipo, probablemente en B, ¿destruido?).

Arbol o raramente arbusto, andromonoico, caducifolio, de hasta 30 m de alto, con olor desagradable; tallo(s) erecto(s), de hasta 1 m de diámetro, ramificado(s) en la parte superior, las ramas gruesas; corteza gris, manchada, lisa; madera blanca, suave y ligera. Hojas dispuestas hacia el extremo de las ramas, (3)-5-(7) lobuladas, de 5 a 45 cm de largo por 5 a 45 cm de ancho, generalmente más anchas que largas, herbáceas, pubescentes cuando jóvenes, sobre todo en las venas, glabrescentes a glabras cuando maduras, con abundantes cistolitos puntiformes en el haz, la base anchamente cordada, raramente truncada, los lóbulos enteros, oblongo-ovados, con el ápice acuminado, los senos profundos, angostamente redondeados, de 2/5 a 3/5 del largo total de la lámina; venación actinódroma basal y marginal, con 3-5(7) nervios principales; pecíolo ascendente, cilíndrico, de 3.1 a 42.5 cm de largo, estriado longitudinalmente, levemente canaliculado, pubescente a glabro, ensanchado en la base. Inflorescencias densamente agrupadas en el ápice cicatricoso y tomentoso de las ramas, erectas, paniculadas, de 3 a 15 cm de largo por 2 a 12 cm de ancho, con numerosas flores, presentes en la temporada invernal, cuando el árbol no tiene hojas; pedúnculo cilíndrico, ramificado en la mitad distal, de 3 a 10 cm de largo por ca. 2 mm de diámetro, estriado longitudinalmente, pubescente a glabro, negro cuando seco; flores perfectas o masculinas, las perfectas numerosas, asimétricas, verdes a verde-amarillentas, aromáticas, los tépalos (7)-8 más o menos iguales, dispuestos en dos verticilos, libres, ovados a lanceolados, con una costilla media longitudinal en la parte interior, de ca. 0.5 mm de largo, pubescentes en ambas superficies, enteros, agudos; estambres 5, libres, en un solo verticilo, exertos, los filamentos filiformes, de ca. 1.5 mm de largo, glabrescentes, sin glándulas, las anteras basifijas, amarillas, globosas, con dos valvas discoides, de ca. 0.5 mm de diámetro, cubiertas de glándulas puntiformes y transparentes, estaminodio único, obcónico a peltado, de ca. 0.5 mm de alto, diminutamente granuloso; ovario pubescente en la parte externa, el estilo cilíndrico, capitado, recurvado sobre el estaminodio, de ca. 1 mm de largo, pubescente; las flores masculinas similares a las perfectas pero con el ovario reducido y el estilo rudimentario. Infrutescencias péndulas, más o menos flexuosas, con varios frutos; frutos péndulos, grises

a pardo-grisáceos, elipsoides a oblongo-elipsoides, de 1.8 a 2.9 cm de largo por 0.85 a 1 cm de diámetro, diminutamente granulosos, sin costillas o bien con 8 a 11 costillas longitudinales más o menos elevadas, totalmente glabros, con 2 tépalos acrescentes ("alas"), oblongo-espatulados, estriados longitudinalmente, de (4)8 a 12.5 cm de largo por 0.95 a 2.4 cm de ancho en la parte distal y de 0.32 a 0.5 cm de ancho en la parte basal, glabros, grises a pardo-oscuros; semilla parda, elipsoide a oblongo-elipsoide, de 1.7 a 2.5 cm de largo, el ápice agudo y la testa coriácea; embrión oblongo-elipsoide, rugoso, de 1.7 a 2.5 cm de largo por ca. 0.7 cm de diámetro.

Nombres comunes: Ciis, xkis, k'i'ix, k'iis-te, k'its, ciste, volador, palo hediondo (Yucatán); jutamo (Nayarit y Sinaloa); palo amargo (Sinaloa); quitacoctli, cuitlacoctli (náhuatl); palomitas (Guerrero), papayo, rabalero, támbula, cachán (Michoacán); hediondillo, rehilete (Morelos); volador, carne de perro, palo hediondo (Veracruz); talalate, gallito, caballito.

Distribución conocida: México (Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Guerrero, Puebla, Veracruz y Yucatán) y Costa Rica.

Etimología. El nombre *jatrophifolius* hace alusión a la forma de las hojas, que recuerda las de *Jatropha*.

Ejemplares examinados. COLIMA, Mpio. Colima: 16 km al sur de Colima rumbo a Manzanillo, visto por el autor en época vegetativa; Mpio. Villa de Alvarez: 2 km por la brecha Juluapan-El Terrero, *F. J. Santana M. 2669A et al.* (MEXU). GUERRERO, Mpio. Acapulco: NW de Acapulco, Hwy 95, 10.9 mi NW of Diane circle, *J. Freeland 184* y *L. Spetzman* (MEXU(2)); Mpio. Atoyac: Atoyac, *G. B. Hinton 10987 et al.* (GH, NY, US); Mpio. Chichihualco: Cañón del Zopilote, *Blanco 96 et al.* (ENCB); Mpio. Iguala: a 8 km al NE de Iguala, ca. de Mexicaltepec, *J. C. Soto 3333* y *G. Silva*, (MEXU); Mpio. Mochitlán: Rincón de la Vía, *Kruse 1405* (ENCB); Mpio. Tetipac: Cacahuamilpa, *F. Altamirano* s/n (MEXU(2)); Mpio. Zirándaro: 2 km al NE de Guayameo, camino a Zirándaro, *J. C. Soto 4924 et al.* (MEXU). JALISCO, Mpio. Autlán: 10 km al NE de Autlán sobre el camino a la Mina de San Fco., *J. Rzedowski 14598* (ENCB, INIF); Mpio. Bolaños: 9 km al NE de San Martín de Bolaños, camino a Chimaltitlán, *E. Lott 2033* (F, MEXU); 10 km al NE de San Martín de Bolaños, camino a Chimaltitlán, *E. Lott 2104* (F, MEXU); Mpio. Cihuatlán: 2 km adelante de Tecopatlán, rumbo a El Chante, *A. R. López-Ferrari 744 et al.* (UAMIZ); Mpio. Cuautitlán: 12 km al NE de Barra de Navidad, *J. Rzedowski 14865* (ENCB); Mpio. La Huerta: Estación Chamela, Arroyo Colorado, *M. G. Ayala 397* y *E. Lott* (MEXU); Estación Chamela, vereda Tejón, *S. H. Bullock 1019* (MEXU); *E. Lott 718* (MEXU); Estación de Biología Chamela, *J. A. S. Magallanes 922* (MEXU(2)); *1391* (MEXU); *A. Pérez J. 178* (MEXU), *271* (ENCB, MEXU, NY); *1669* (MEXU); brecha Tamarindo-Manzanilla, Bahía de Tenacatita, *L. M. González 91* (MEXU); Mpio. Pto. Vallarta: 1 km al S de Plan de Barrancas, *J. Rzedowski 14264* (ENCB, MEXU); Playa Grande, 4 km al NE de Puerto Vallarta, *J. Rzedowski 17797* (ENCB, MEXU); 5 km al NE de Pitillal, *J. Rzedowski 17815* (ENCB); Mpio. Tomatlán: (Cerro de las) Calabazas, *B. P. Reko 4870* (US). MEXICO, Mpio. Tejupilco: 8 km al NE de Bejucos, camino a Tejupilco, casi llegando a Las Anonas, *A. Espejo 2482* y *T. Chehaibar* (UAMIZ);

6 km al NE de El Salitre, camino Bejucos-Tejupilco, *A. Espejo 2484* y *T. Chehaibar* (UAMIZ); 1 km al NW del rancho El Naranjo, *F. González Medrano 5015 et al.* (MEXU); 5 km al SW de Nanchititla, *F. González Medrano 5031 et al.* (MEXU); Acatitlán, *G. B. Hinton 3161 et al.* (A, NY, US). MICHOACAN, Mpio. Aguililla: Rancho de la Parota, *X. Madrigal 3182* (INIF, MEXU); Higuera de la Virgen, *M. A. Bello 37* (INIF, MEXU); Mpio. Apatzingán: Hacienda California, *Leavenworth 1427* y *Hoogstraal* (F, GH, NY); Mpio. Aquila: Ostula, *G. B. Hinton 16187 et al.* (US); *G. B. Hinton 16187 bis et al.* (NY); Mpio. Benito Juárez: 1 km antes de llegar a Benito Juárez, por la carretera Zitácuaro-Tuzantla, *A. Espejo 2415* (UAMIZ), *2459A* (UAMIZ(2)); Mpio. Coalcomán: Cachán, Coalcomán, *G. B. Hinton 15890* et al. (ENCB, F, MEXU, NY, US); Mpio. Huetamo: La Tiringucha, carretera a Tiquicheo, 17.5 km al N de Huetamo, *A. Espejo 2469* y *T. Chehaibar* (UAMIZ); Mpio. Tiquicheo: 21 km al SW de Tiquicheo, camino a Huetamo, 3 km al NE de La Crucita, *A. Espejo 2462* y *T. Chehaibar* (UAMIZ), *2463* (UAMIZ); 4 km al SW de Las Juntas, camino Tiquicheo-Huetamo, *A. Espejo 2465* y *T. Chehaibar* (UAMIZ); 1.5 km N of El Limón on Temascal-Huetamo road, *Moore 5642 et al.* (GH); Mpio. Tuzantla: 7 km al NE de Tuzantla, *A. Espejo 2459* y *T. Chehaibar* (UAMIZ); *2460* (UAMIZ); *2461* (UAMIZ). MORELOS, Mpio. Jojutla de Juárez: cerro del Higuerón, *I. Rivera 88* (UAMIZ); Mpio. Miacatlán: El Rodeo, *J. Vázquez 1078* (L'A en MEXU, MEXU); Mpio. Tepalcingo: en el camino entre El Limón y Los Sauces, *A. Espejo 2577 et al.* (UAMIZ); Atotonilco, *M. Torres 12 et al.* (MEXU); cerro Tepache, *F. Miranda 1370* (MEXU); Mpio. Tilzapotla: entre La Tigra y El Zapote, visto por el autor en época vegetativa; más o menos 4 km después de Tehuixtla rumbo a La Tigra, *A. R. López-Ferrari 1136 et al.* (UAMIZ) Mpio. Tlaltizapan: a 1 km después de Tetecalita, rumbo a Temimilzingo, *A. Espejo 2523 et al.* (UAMIZ); *2524* (UAMIZ); Mpio. Yautepec: entrada a Barranca Honda, *A. Espejo 2539 et al.* (UAMIZ); sin mpio.: Bonifacio García, *L. Vela* s/n (INIF). NAYARIT, Mpio. Acaponeta: Acaponeta, *M. E. Jones 23269* (NY); S of Acaponeta, *Rose 14432* et al. (NY); Mpio. Compostela: entre Bucerías y Río Ameca, *L. M. Villarreal 16* (ENCB); Mpio. Jala: km 5-10 del camino a Cacalotán, *O. Téllez 10595* y *J. Miller* (MEXU); Mpio. Tepic: a 3 km del Mirador del Aguila, *A. Delgado 441 et al.* (ENCB). PUEBLA, Mpio. Teotlalco: rancho Los Amates, *R. McVaugh 22497* (ENCB); Mpio. Tepeojuma: Teyuca, *W. Boege 2708* (MEXU); Mpio. Tepexco: carretera Cuautla-Izúcar de M., 3 km al SE del límite con Morelos, *S. D. Koch 7623* (ENCB, MEXU); sin mpio.: cerro Agua Fría, *F. Miranda 2698* (MEXU). SINALOA, Mpio. Concordia: 31 miles E of Mazatlán, *J. y C. Taylor 15783* (US); Mpio. Culiacán: Abuya, *J. González Ortega 6626* (GH, US); Mpio. Mazatlán: Cofradía, H. S. Gentry 5516 (GH, MEXU, NY, US); El Zapote, *J. González Ortega 1257* (MEXU); Mazatlán, *J. González Ortega 5656* (US); Urías, *J. González Ortega 5646* (ENCB, MEXU); Mpio. Rosario: El Habal, *J. González Ortega 925* (ENCB, MEXU); sin mpio.: Balboa, *J. González Ortega 5135* (US); El Monte, Los Labrados, *Y. Mexía 928* (A, F, GH, NY, US); San Isidro, *Berlín 25* (ENCB); sin localidad, *J. González Ortega 4732* (GH, US). VERACRUZ, Mpio. Actopan: carretera La Concepción, tramo para Almolonga, *J. I. Calzada 5415* (F, XAL); Trapichi, *F. Ventura 3109* (ENCB); Mpio. Comapa: El Jobo, *F. Ventura 19340* (ENCB); Mpio. Dos Ríos: Soltepec, *F. Ventura 931* (ENCB); Mpio. Emiliano Zapata: Cerro Gordo, *J. I. Calzada 3178* (F, MEXU, XAL); entre Cerro Gordo y Plan del Río, *Castillo y Tapia 2599* (XAL); en la cañada de Palo Gacho, *M. Cházaro y Cortés 1590* (F, XAL); Cerro Gordo, *J. Dorantes 193* (GH, MEXU); *J. Dorantes* y *W. Márquez 1491*-D (ENCB); ladera norte del cerro de Los Metates, *J. Dorantes 992 et al.*

(F, MEXU); 4 km después de Cerro Gordo, *A. Espejo 1026 et al.* (XAL, UAMIZ); *1027* (XAL, UAMIZ); *2192* (XAL, UAMIZ); *A. Espejo 1386* y *S. Hernández M.* (XAL, UAMIZ); *W. Márquez 545* (F, NY, XAL); Mpio. Paso de Ovejas: poblado de Cantarranas, *Castillo 723* (F, MEXU, XAL); Cantarranas, *F. Ventura 3641* (ENCB); Acazónica, 8073 (ENCB); Mpio. Puente Nacional: Rinconada, *R. Hernández* y *J. Dorantes 1784* (MEXU(2), XAL); 8.5 km al S de El Carrizal, rumbo a los baños, *R. Torres 3239* y *H. Hernández* (MEXU); Tamarindo, *F. Ventura 12463* (ENCB, MEXU); sin municipio: barranca de Sta. María y Ternera, Zacuapan, *C. A. Purpus 5765* (F, GH, NY, US). YUCATAN, Mpio. Kantunil: Kantunil, *O. G. Enriquez 571* (MEXU); Mpio. Mérida: ruinas de Dzibilchaltún, 20 km al N de la ciudad de Mérida, carretera para Progreso, *J. I. Calzada 6516 et al.* (US); ruinas de Dzibilchaltún, *J. S. Flores 8161* (MEXU, XAL, YUC); Mpio. Opichén: vicinity of grotto above Calcehtok, near Opichén, *S. Darwin 2158 et al.* (MEXU); vicinity of Grutas above Calcehtok, *D. A. White 216* (F, MEXU); Mpio. Oxkutzcab: 1 km después de Lol-tún, *C. Chan 377 et al.* (F); Mpio. Progreso: km 23 Mérida-Progreso, *C. L. Lundell 7987* y *A. A. Lundell* (A, US); sin mpio.: rancho Xpuhol, *Vara 112* y *Arias* (ENCB); sin localidad, *G. F. Gaumer 491* (A); *G. F. Gaumer 530* (F, GH); *G. F. Gaumer 1827* (GH); *G. F. Gaumer 24076* (GH).

Gyrocarpus mocinnoi Espejo, nom. et stat. nov.

Gyrocarpus americanus β? *pavonii* Meissner In: De Candolle Prodromus 15: 248. 1864. TIPO: MEXICO, "Nova Hispania", supuestamente *Pavón* s/n, en realidad *Mociño s/n et al.* (lectótipo [seleccionado por Kubitzki. 1969] NY fragm. ex G-BOIS; isolectótipos BM, G, FI, MA y OXF).

G. jatrophifolius ? var. *pavonii* (Meissner) Domin, Biblioth. Bot. 22: 682. 1925.

Arbol o raramente arbusto, andromonoico, caducifolio, de hasta 15 m de alto, con olor desagradable; tallo(s) erecto(s), de hasta 40 cm de diámetro, ramificado(s) en la parte superior; corteza gris a parda, manchada, lisa; madera blanca, suave y ligera. Hojas dispuestas hacia el extremo de las ramas, (3)-5-(7) lobuladas, de 5 a 40 cm de largo por 5 a 45 cm de ancho, generalmente más anchas que largas, herbáceas, pubescentes a densamente pubescentes, con abundantes cistolitos puntiformes en el haz, la base anchamente cordada, raramente truncada, los lóbulos enteros, oblongo-ovados, con el ápice acuminado, los senos profundos, angostamente redondeados, de 2/5 a 3/5 del largo total de la lámina; venación actinódroma basal y marginal, con 3-5(7) nervios principales; pecíolo ascendente, cilíndrico, de 3.1 a 42.5 cm de largo, estriado longitudinalmente, levemente canaliculado, pubescente a glabro, ensanchado en la base. Inflorescencias densamente agrupadas en el ápice cicatricoso y densamente tomentoso de las ramas, erectas, paniculadas, de 3 a 15 cm de largo por 2 a 12 cm de ancho, con numerosas flores, presentes en la temporada invernal, cuando el árbol no tiene hojas; pedúnculo cilíndrico, ramificado en su mitad distal, de 3 a 10 cm de largo por ca. 2 mm de diámetro, estriado longitudinalmente, pubescente a glabro, negro cuando seco; flores perfectas o masculinas, las perfectas numerosas, asimétricas, verdes a verde-amarillentas, aromáticas, los tépalos (7)-8 más o menos iguales, dispuestos en dos verticilos, libres, ovados a lanceolados, con una costilla media longitudinal en la parte interior, de ca. 0.5 mm de largo, pubescentes en ambas superficies, enteros, agudos; estambres 5, libres, en un solo

verticilo, exertos, los filamentos filiformes, de ca. 1.5 mm de largo, glabrescentes, sin glándulas, las anteras basifijas, amarillas, globosas, con dos valvas discoides, de ca. 0.5 mm de diámetro, cubiertas de glándulas puntiformes y transparentes; estaminodio único, obcónico a peltado, de ca. 0.5 mm de alto, diminutamente granuloso; ovario pubescente en la parte externa, el estilo cilíndrico, capitado, recurvado sobre el estaminodio, de ca. 1 mm de largo, pubescente; las flores masculinas similares a las perfectas pero con el ovario reducido y el estilo rudimentario. Infrutescencias péndulas, más o menos flexuosas, con varios frutos; frutos péndulos, oblongo-elipsoides, de 1.7 a 2.0 cm de largo por 0.85 a 1 cm de diámetro, con 8 a 10 costillas longitudinales más bien inconspicuas, densamente tomentosos, flávido-virescentes, con 2 tépalos acrescentes ("alas"), oblongo-espatulados, de (4)5 a 9.5 cm de largo por 0.8 a 1.5 cm de ancho en la parte distal y de ca. 0.3(0.4) cm de ancho en la parte basal, glabros, pubescentes en la base, pardos a pardo-amarillentos; semilla parda, oblongo-elipsoide, de 1.6 a 1.9 cm de largo, el ápice agudo y la testa coriácea; embrión oblongo-elipsoide, rugoso, de 1.5 a 1.8 cm de largo por ca. 0.7 cm de diámetro.

Nombres comunes: babá, voladores, uiat xiel, palo del zopilote (Oaxaca); palo de San Felipe (Chiapas); volantín, palo hediondo, campón, fregador, titirillo, felipón (Guatemala).

Distribución conocida: México (Puebla, Oaxaca y Chiapas); Guatemala.

Discusión. El material tipo de *G. mocinnoi* tiene el nombre de José Antonio Pavón y la indicación de su procedencia de Nueva España "Nova Hispania". Sin embargo, es bien sabido (Lozoya, 1984), que Pavón nunca estuvo en México y que el material mexicano vendido inescrupulosamente por él a botánicos ingleses fue en realidad recolectado por Martín Sessé y José Mariano Mociño.

Etimología. Dedico esta especie a José Mariano Mociño, botánico mexicano que participó en La Real Expedición Científica a Nueva España y a quien muy seguramente se debe la recolección del material tipo (Lozoya, 1984).

Ejemplares examinados. GUATEMALA, Depto. Zacapa: Gualam, *Kellerman 5635* (MEXU). MEXICO, CHIAPAS, Mpio. Arriaga: 13 km al N de Arriaga, *D. E. Breedlove 30597* y *R. F. Thorne* (MEXU); 3 km adelante de La Sepultura sobre el camino Arriaga-Villaflores, *A. R. López-Ferrari 476 et al.* (UAMIZ); Mpio. Cintalapa: carretera Ocozocuautla-Tapanatepec, *M. Palacios-Ríos 2699* y *A. Espejo* (UAMIZ); Mpio. Comitán?: Trapichito, *E. Matuda 5757* (MEXU); Mpio. Escuintla: Finca Brisa, Escuintla, *E. Matuda 18367* (MEXU, UAMIZ); Mpio. Jiquipilas: at junction with Mexican Hw. 190, *D. E. Breedlove 38090* (MEXU); Mpio. Motozintla: Motozintla de Mendoza, *M. Sousa 11822 et al.* (MEXU); Mpio. Ocozocuautla: 12 miles W of Ocozocuautla, *D. E. Breedlove 13652* y *P. Raven* (ENCB, MEXU); río de La Venta at the Chorreadero, *D. E. Breedlove 30345* y *R. F. Thorne* (MEXU); 3-5 km al SE de Ocozocuautla along Hw. 190, *D. E. Breedlove 32771* (INIF); El Chorreadero, *Laughlin 2619* (ENCB); *A. Shilom-Ton 3276* (ENCB); Mpio. Terán: 4 km N of Juan Crispín, along road to San Fernando, *D. E. Breedlove 30363* y *R. F. Thorne* (ENCB,

MEXU); 18 km antes de Tuxtla Gtz. por la carretera Tuxtla-aeropuerto, *A. Espejo 2411 et al.* (UAMIZ); Mpio. La Trinitaria: 13 miles S of La Trinitaria, *D. E. Breedlove 8440* y *P. Raven* (INIF); Mpio. Tuxtla Gtz.: alrededores de Tuxtla Gtz., *M. E. Becerra* s/n (GH, MEXU(2)); 17 km al N de Tuxtla Gtz. along road to El Sumidero, *D. E. Breedlove 13930* (ENCB, INIF); barranca Cueva Tigre, (N de Tuxtla Gtz.), *F. Miranda 6738* (MEXU); sin mpio.: San Agustín (arriba Chacona), *Enriquez 7478* (MEXU); Mpio. Villaflores: 24 km al W de Domingo Chacona, *A. Espejo 2370 et al.* (UAMIZ). OAXACA, Mpio. El Barrio: Almoloyas, *C. Conzatti 1674* (F, MEXU(2)); Estación Almoloyas, *C. Conzatti 1750* (US); Mpio. Ixtepec: 12.8 km al N de Laollaga, carretera a Guevea de Humboldt, *R. Torres 9094 et al.* (MEXU); Mpio. Jalapa del Marqués: Jalapa del Marqués, *S. F. Koch 78327* y *P. Fryxell* (ENCB); Mpio. Macuiltianguis: rumbo al río Culebra, tierra caliente, Macuiltianguis, *E. Pérez-Portilla B-107* (MEXU); cerca del río Culebra, *S. Tafoya 7* (MEXU); Mpio. Salina Cruz: 11 km al SW del morro de Mazatán, *M. Sousa 10138 et al.* (MEXU); Mpio. Santiago Astata: 30 km al SW de San Pedro Huamelula, *A. Espejo 3118* (UAMIZ); Mpio. San Bartolo Yautepec: San Bartolo Yautepec, *Seler 1661* (GH, NY); Mpio. San Juan Bautista Cuicatlán: Dominguillo, *A. García M. 3422 et al.* (MEXU); camino Cuicatlán-Reyes Pápalo, *F. Miranda 4649* (MEXU(2)); near Cuicatlán, *E. W. Nelson 1821* (GH, US [uno de los ejemplares en US tiene la localidad como: near Reyes]); cañón de Tomellín, a 27 km al S de Cuicatlán, *M. Sousa 5386* et al. (MEXU); Mpio. San Juan de los Cues: 7 km al S de San Juan de los Cues, carretera Teotitlán-Oaxaca, *R. Torres 9965 et al.* (MEXU); Mpio. San Mateo del Mar: cerro de Huilotepec, *D. Zizumbo 472* y *P. Colunga* (MEXU); *D. Zizumbo 486* y *P. Colunga* (ENCB, MEXU); Huazantlán, *D. Zizumbo 514* y *P. Colunga* (MEXU); Mpio. San Pedro Tapanatepec: carretera Tapanatepec-Ocozocuautla, *M. Palacios-Ríos 2707* y *A. Espejo* (UAMIZ); Mpio. Tehuantepec: Cerro Tigre, Tehuantepec, *E. J. Alexander 116* (MEXU, NY); Mpio. Teotitlán: 9 miles N of San Antonio, *H. S. Gentry 22426* (MEXU); frontera Puebla-Oaxaca, carretera Teotitlán-Tehuacán, *R. Torres 6494* y *M. A. Martínez* (MEXU); about 1 mile above Teotitlán del Camino on the Huautla de Jiménez road, *C. E. Smith 4446* y *N. Tejada* (INIF, MEXU, US); sin mpio: Yahueche, *B. P. Reko 4026* (MEXU, US); km 120 carretera Tehuantepec-Oaxaca, *A. Quintanar* s/n (UAMIZ). PUEBLA, Mpio. Coxcatlán: Coxcatlán, Tehuacán, sin colector (MEXU); 2 km al NE del cerro Patlanco, por la terracería rumbo Axusco, *F. Chiang F-2487 et al.* (MEXU); Mpio. San Gabriel Chilac: 7 km al S de Chilac pueblo rumbo a San Mateo Tlacoxcalco, *A. Salinas F-3088* y *O. Dorado* (MEXU); Mpio. Tehuacán: cerros calizos al NE de Tehuacán, vecinos al campo de tiro del ejército, *A. Salinas F-3143 et al.* (MEXU); Mpio. Zapotitlán Salinas: 17 km al SW de Tehuacán, sobre la carretera a Huajuapan de León, *J. Rzedowski 33225* (ENCB, INIF); 5 km adelante de Coxcatlán, Vázquez y M. Cházaro *MCH 693* (XAL); sin mpio.: vicinity of San Luis Tultitlanapa, río de Santa Lucía, *C. A. Purpus 2837* (F, GH, NY, US); vicinity of San Luis Tultitlanapa, Zapotitlán, *C. A. Purpus 4095* (GH, NY, US).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Biól. Ana Rosa López-Ferrari y al Dr. Fernando Chiang la revisión crítica del manuscrito.

LITERATURA CITADA

Domin, K. 1925. Hernandiaceae In: Beitrage zur Flora und Pflanzengeographie Australiens. Biblioth. Bot. 22: 680-682. t. 23.

Jacquin, N. J. 1763. Selectarum Stirpium Americanarum Historia. pp. 282-283. t. 178. f. 80 (Edición facsimilar publicada por Hafner Publishing Company, Inc. New York. 1971).

Kubitzki, K. 1969. Monographie der Hernandiaceen. Bot. Jahrb. Syst. 89: 78-209.

Lozoya, X. 1984. Plantas y luces en México. La Real Expedición Científica a Nueva España (1787-1803). Ediciones del Serbal, S. A. Barcelona, España.

Meissner, C. D. F. 1864. Lauraceae (subordo II et tribus V Gyrocarpeae) In: De Candolle Prodromus 15: 247-252.

Ramamoorthy, T. P. y D. H. Lorence. 1987. Species vicariance in the Mexican flora. Adansonia 2: 167-175.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 432 pp.

Schlechtendal, D. F. L. von. 1842. De plantis Mexicanis a G. Schiede, M. Dr., Car. Erhenbergio aliisque, collectis nuntium adfert. Linnaea 16: 394-400.

Standley, P. C. 1922; 1926. Hernandiaceae In: Trees and shrubs of Mexico. Contr. U.S. Natl. Herb. 23 (2): 298, y (5): 1656.

Standley, P. C. y J. A. Steyermark, 1946. Hernandiaceae In: Flora of Guatemala. Fieldiana, Bot. 24: 344-347.

Acta Botánica Mexicana (1991), 13:53-74

FLORA Y VEGETACION DE LA CIMA DEL CERRO POTOSI, NUEVO LEON, MEXICO[1]

ABEL GARCIA-AREVALO Y SOCORRO GONZALEZ-ELIZONDO[2]

CIIDIR Unidad Durango
Instituto Politécnico Nacional
Apdo. Postal 738
Durango, Dgo., 34000 México

RESUMEN

Se realizó un estudio de la flora y vegetación de la cima del Cerro Potosí, al sur del estado de Nuevo León, con el propósito de analizar las modificaciones ocurridas en la vegetación en un período de 27 años, tomando como referencia el trabajo de Beaman y Andresen (1966) sobre la vegetación y florística del área.

El muestreo se llevó a cabo mediante transectos que comprendieron cuatro comunidades vegetales: pradera alpina, pradera subalpina, matorral de *Pinus culminicola* y bosque de *P. hartwegii*. Se realizaron colectas intensivas y selectivas que incluyeron la zona a partir de la cota altitudinal de 3500 m.

Los resultados indican que las áreas ocupadas por la pradera alpina y el matorral de *P. culminicola* se redujeron considerablemente, encontrándose que *P. culminicola* no es resistente al fuego. La pradera subalpina incrementó su distribución, comportándose en la cima y en el declive oeste y sur como comunidad disclímax. Se encontraron 95 especies de 77 géneros y 36 familias de plantas vasculares. Se considera urgente el establecimiento de acciones tendientes a proteger lo que persiste de este frágil y único ecosistema.

ABSTRACT

A study was made of the flora and vegetation of the summit of Cerro Potosí, located in the southern part of the state of Nuevo León. The principal objective was to analyze the changes that have occurred in the vegetation after 27 years, using as reference the paper of Beaman & Andresen (1966) on the vegetation and floristics of the area.

Sampling by means of transects through four communities: alpine meadow, subalpine meadow, *Pinus culminicola* scrub and *P. hartwegii* forest was carried out. Intensive and selective collecting was accomplished above the altitudinal level of 3500 m.

The results show that alpine meadow and *P. culminicola* scrub decreased their areas, and that *P. culminicola* is not resistant to fire. Some of the dominant elements of subalpine meadow increased their distribution. A vascular flora of 95 species in 77 genera and 36 families is reported. Protection of this fragile and unique ecosystem is proposed.

---

[1] Adaptación del trabajo presentado por el primero de los autores como tesis profesional en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

[2] Becaria de la COFAA del Instituto Politécnico Nacional.

INTRODUCCION

El Cerro Potosí forma parte de la Sierra Madre Oriental al sur del estado de Nuevo León. Alcanza una altitud de 3670 m s.n.m. y representa la cima de mayor altura del norte de México. Su aislamiento geográfico y diferencias en el sustrato geológico con respecto al de otras altas montañas determinan la existencia de un alto porcentaje de especies endémicas (Rzedowski, 1978). La zona está fuertemente afectada por disturbio antropogénico, principalmente construcciones realizadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como por incendios y pastoreo (Fig. 1).



Fig. 1. Panorámica de la cima del Cerro Potosí. En primer plano pradera alpina. Parte alta: instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El área de estudio comprende la cima del Cerro Potosí a partir de la cota altitudinal de los 3500 m. Se localiza a 15 km al oeste de Galeana, Nuevo León, entre los 24°50'35" y 24°53'16" de latitud N y los 100°13'9" y 100°15'12" de longitud W. El Potosí se ubica en el flanco occidental de la Sierra Madre, y colinda hacia el sur y el oeste con la Altiplanicie Mexicana. La cima del cerro tiene una longitud de poco más de 1 km y una anchura de 300 a 400 m. Su topografía es de lomeríos bajos, haciéndose escarpadas las pendientes en el extremo noreste y el flanco oriental.

El sustrato está constituído principalmente por roca caliza. Los suelos son delgados, con alta proporción de materia orgánica y están clasificados como una combinación de Litosol y Rendzina de textura fina (Anónimo, 1977).

No existe información climática del área, pero con base en datos extrapolados a partir de las estaciones de 18 de Marzo (2020 m s.n.m.) y ejido El Potosí (1890 m s.n.m.), ubicadas en el declive oriental y occidental de la sierra, respectivamente, se calcularon

las temperaturas medias para la zona (Cuadro 1), aplicando los valores de gradientes térmicos calculados por Muller (1939) para diferentes niveles altitudinales y exposiciones de la Sierra Madre Oriental. El clima de la zona es de tipo E(T)H(e), frío y extremoso (diferencia aproximada de 9°C entre las medias del mes más frío y el mes más caliente), de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1981). Muller (1937) con base en sus observaciones de la vegetación, caracterizó al clima de la parte alta como frío semiárido, mencionando que aunque la precipitación es tan alta como la de las zonas adyacentes, la humedad es poco efectiva debido a la alta evaporación. En 1939 el mismo autor define al clima del área como alpino. La Zona está sometida a la acción de intensos vientos durante la mayor parte del año. Los alisios húmedos y los nortes de invierno afectan principalmente al oriente y el norte, mientras que el flanco occidental recibe corrientes secas de convección. Fuertes neblinas y lluvias, a menudo con granizo, ocurren durante gran parte del año.

Cuadro 1. Temperaturas medias estimadas para la cima del Cerro Potosí.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ºC	-1.5	0.0	1.3	3.7	5.8	6.7	6.8	7.5	6.0	3.7	2.1	0.4	3.5

La vegetación abajo de los 3500 m se encuentra en grave estado de deterioro debido a tala desmesurada, excepto en cañadas y sitios escarpados. A menos de 1700 m, en los alrededores del cerro, se presentan matorrales xerófilos y bosque abierto de *Pinus arizonica* y/o *P. cembroides*. En términos generales se presentan comunidades más altas y densas en el flanco oriental y norte del cerro, debido a la influencia de los vientos alisios.

Las principales comunidades vegetales del declive oriental son: matorral de *Berberis trifoliolata, Juniperus erythrocarpa, Condalia* sp. y *Rhus trilobata* entre los 2000 y 2070 (-2250 en laderas secas) m de altitud. De los 2070 a los 2180 m predomina un bosque abierto de *Pinus arizonica* y *P. cembroides*, que es substituído por bosques de *Quercus* hasta los 2300 m. Destacan *Quercus* aff. *emoryi, Q. greggii, Q. affinis, Q. hypoxantha, Q. crassifolia* y *Q.* aff. *diversifolia*, así como *Arbutus xalapensis*. De los 2300 a los 2600 m prevalecen matorrales secundarios de *Quercus - Cercocarpus* con individuos aislados de *Pseudotsuga*, así como bosques de *Quercus* con *Pseudotsuga* y *Pinus*. Un bosque muy perturbado de *Pinus pseudostrobus* con matorral de *Quercus hypoxantha* y *Ceanothus* sp. se presentan en áreas entre los 2560 y 2650 m. En exposiciones al norte y oriente entre los 2670 y 2700 m destacan *Pinus* y *Pseudotsuga*, y en áreas donde todo el bosque original ha sido talado hay bosquecillos bajos de *Populus tremuloides*.

Pinus hartwegii predomina entre los 2850 y 2930 m, asociándose con *P. ayacahuite*. En el sotobosque aparecen individuos aislados de *P. culminicola*. De los 2930 a los 3000 m un matorral denso de *Quercus greggii* con individuos jóvenes de *Pinus hartwegii* y *Pseudotsuga menziesii* ocupa amplias áreas. *P. menziesii* y *Pinus ayacahuite* con escaso *P. hartwegii* y *Abies vejari* forman bosques semidensos entre los 3000 y 3200 m. Más arriba predomina *P. hartwegii*, que es substituído en cañadas y exposiciones al norte por *P. ayacahuite* y *Abies vejari* hasta los 3470 m. El bosque de *P. hartwegii* alcanza la cima

del cerro por el lado norte, pero en el declive oriental es substituído a partir de los 3450 m por matorral denso de *P. culminicola.*

Las características ecológicas y fitogeográficas especiales del Cerro Potosí han atraído a gran número de botánicos. Las colectas de C. Muller, R. Schneider, J. H. Beaman, J. W. Andresen y J. Hinton, entre otros, han aportado varias nuevas especies para la ciencia.

Beaman (1959) citó algunas especies de la cima de El Potosí en una lista preliminar de la flora vascular alpina de México. Andresen y Beaman (1961) descubrieron en el área a *Pinus culminicola,* y lo dieron a conocer como una nueva especie para la ciencia. Beaman y Andresen (1966) publicaron un estudio de la vegetación y la flora de la cima de el Potosí llevado a cabo en 1960 y 1961, en el que interpretan la estructura y composición de las comunidades en términos ecológicos, evolutivos y fitogeográficos.

Delgadillo (1971) en un estudio fitogeográfico de los musgos alpinos de México registró para el Potosí 10 especies alpinas y 5 subalpinas o dudosamente alpinas, discutiendo la diferencia en composición florística entre este cerro y las montañas del centro del país. Sánchez et al. (1987) estudiaron los cambios ocurridos en el matorral de *P. culminicola,* concluyendo que su área se ha reducido de 106 a 70 has debido al fuego.

El presente trabajo se realizó con el propósito de conocer la situación en que se encuentra la vegetación de la cima del Cerro Potosí y el efecto que ha ejercido el disturbio antropogénico. Se compara la distribución, estructura y composición florística actual de las comunidades, con las que prevalecían antes que la actividad del hombre las afectara de manera severa, tomando como referencia el trabajo de Beaman y Andresen (op. cit.) sobre vegetación, florística y fitogeografía del área.

La conservación de ese ecosistema se considera de primordial importancia debido a su condición de comunidades únicas y al hecho de incluir un alto porcentaje de endemismos.

METODOLOGIA

Se llevaron a cabo nueve estancias de colecta y muestreo durante el período comprendido entre abril de 1987 y agosto de 1989. El material botánico colectado se depositó en los herbarios CIIDIR y UNL.

Los muestreos cuantitativos de la vegetación se realizaron siguiendo cuatro transectos trazados en forma similar a los que se esquematizan en el trabajo de Beaman y Andresen (op. cit.) con el fin de dar validez a la comparación de los resultados (Fig. 2), pero aplicando algunas modificaciones tendientes a incrementar la precisión en las medidas y, en tres de los transectos, obtener el valor de cobertura, no registrado en 1966. Se determinaron las siguientes variables: frecuencia y cobertura de cada especie, altura de los elementos arbustivos, así como un valor de importancia derivado de la suma de las frecuencias y coberturas relativas, siguiendo la modificación al método de Curtis y McIntosh (1951) que llevaron a cabo Beaman y Andresen (op. cit.).

Para los elementos de pradera alpina se utilizó un cuadrado metálico de 50 por 50 cm, con dos subdivisiones para la medición directa de cobertura mediante intercepción de línea, modificando el método usado en 1966, en el que el cuadro se subdividía cada 10 cm en los cuales la cobertura era estimada. Los cuadrados se distribuyeron en un

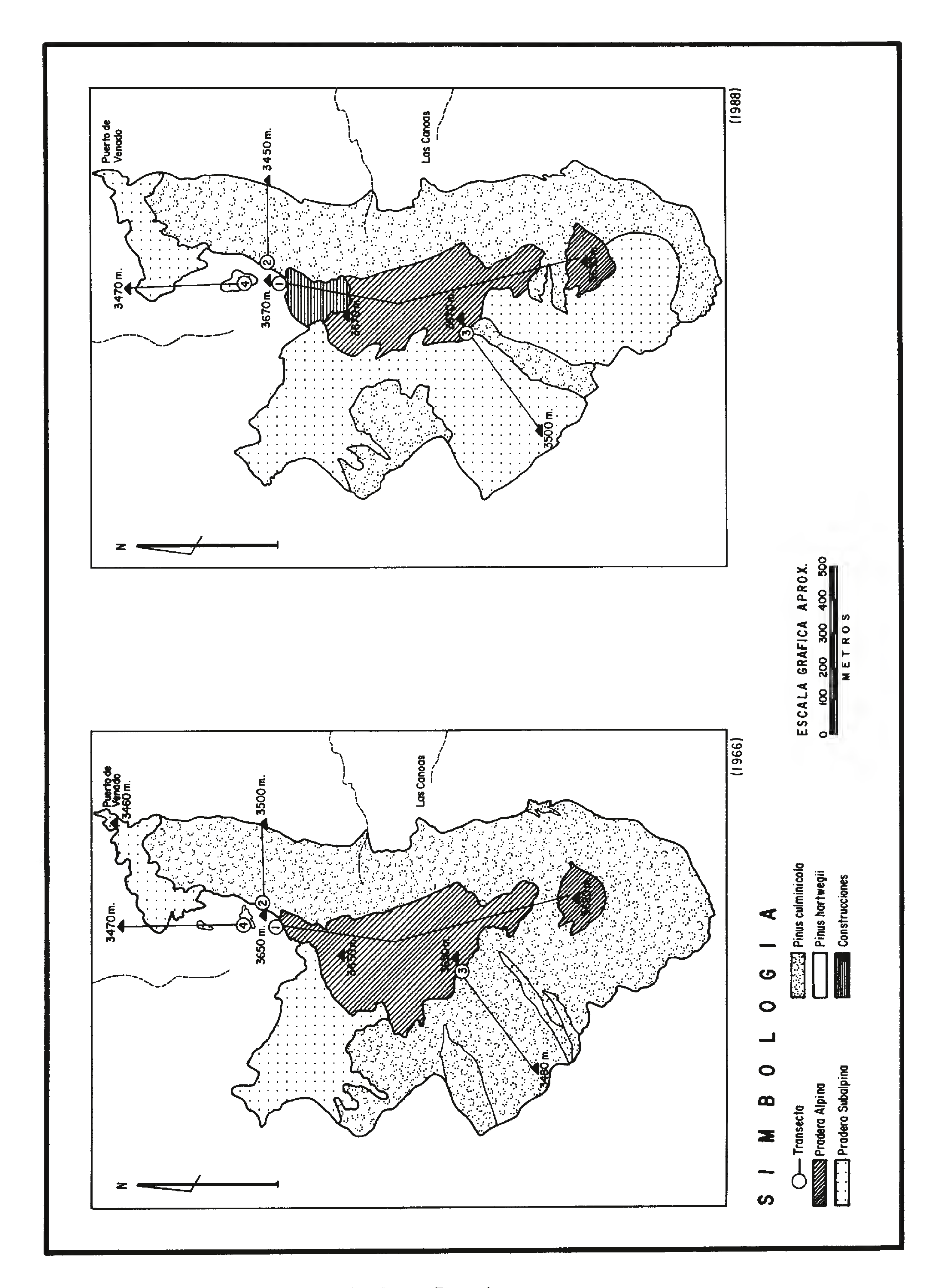


Fig. 2. Tipos de vegetación de la cima del Cerro Potosí.

transecto de 1 km mediante muestreo estratificado al azar (Muller-Dombois & Ellenberg, 1974), pero debido a que más de 25% de la longitud del transecto original ha sido ocupada por construcciones o empedrado, se levantaron 75 censos en lugar de 100, adjudicándose valores de cero a los 25 que cayeron en el área de las construcciones.

Para las comunidades de pradera subalpina, matorral de *P. culminicola* y bosque de *P. hartwegii* se aplicó el método de la línea de Canfield con el que se registraron datos de altura, cobertura y frecuencia, ya que el muestreo original de intercepción de punto no permitía el registro de cobertura. La ubicación de los transectos se esquematiza en la figura 2.

Los índices de diversidad de las comunidades fueron calculados con la fórmula de Shannon $H = - \Sigma(n_1/N)\log_e(n_1/N)$, utilizando las frecuencias absolutas como valores de comparación, por ser éste el único dato disponible para todas las comunidades en ambos muestreos.

La elaboración del mapa de los cambios ocurridos en las diferentes comunidades vegetales se llevó a cabo mediante observaciones de campo debido a las pequeñas dimensiones del área, utilizando, fotografías aéreas tomadas en 1970 (Compañía Mexicana Aerofoto, S.A.) como material de apoyo.

VEGETACION

Se reconocen cuatro comunidades vegetales: pradera alpina, pradera subalpina, matorral de *Pinus culminicola* y bosque de *P. hartwegii*, siguiendo la propuesta de Beaman y Andresen (op. cit.). La figura 2 muestra el área que cada comunidad ocupaba en 1966, así como su distribución actual.

1. La pradera alpina alberga el mayor número de especies endémicas. Sus principales componentes son: *Potentilla leonina, Arenaria* cf. *oresbia, Astragalus purpusii, Linum lewisii* y *Astranthium beamanii*, predominando las hemicriptófitas postradas, en su mayoría dicotiledóneas de crecimiento arrosetado. Otras especies son dominantes en ciertas áreas, como *Bidens muelleri*, que se ve favorecida en los suelos pedregosos y muy someros, y *Trifolium schneideri* que forma pequeñas colonias en los afloramientos de roca madre. *Viola galeanaensis* se halla también restringida a grietas de rocas.

El cuadro 2 muestra la comparación entre los valores de frecuencia, cobertura y valor de importancia de los elementos de pradera alpina en 1966 y 1988. Los elementos dominantes de la comunidad muestran una distribución uniforme, excepto *Bidens muelleri* y, en términos generales, los valores de frecuencia son similares en ambos muestreos. La comparación con los resultados obtenidos en 1966 sugiere un incremento en la cobertura de las especies dominantes. Dadas las condiciones del área tal incremento no parece posible y las diferencias entre ambos registros se interpretan, al menos en parte, como resultado de la modificación en el tipo de muestreo. Posiblemente las diferencias se deben también a la cuantificación por separado de dos estratos, rasante y herbáceo superior o rasante y arbustivo, aunque es muy probable que en 1966 se hayan también sumado los resultados de ambos estratos.

Por basarse en cifras relativas, los Indices de Valor de Importancia de las especies dominantes son muy similares en ambos muestreos (levemente menores en la actualidad), excepto el de *Astragalus purpusii*, que se incrementó en casi 25%. Es significativo el hecho

Cuadro 2. Comparación de la frecuencia, cobertura y valor de importancia (V.I.) registrados para pradera alpina en 1966 y 1988.

ESPECIES	Frec. % (1966)	Frec.. % (1988)	Cobertura % (1966)	Cobertura % (1988)	V.I. (1966)	V.I. (1988)
Potentilla leonina	81	80	8.63	12.84	33.54	32.30
Arenaria cf. *oresbia*	82	80	4.84	6.38	23.14	21.04
Astragalus purpusii	72	70.66	1.36	4.16	12.31	16.02
Bidens muelleri	54	38.56	4.31	6.10	18.36	15.43
Senecio loratifolius	11	24	1.59	5.31	5.71	12.23
Linum lewisii	69	58.66	0.93	1.85	10.77	10.49
Senecio carnerensis	7	49.33	0.25	2.20	1.52	9.94
Astranthium beamanii	42	49.33	0.55	2.07	6.39	9.72
Lupinus cacuminis	32	28	2.76	2.95	11.45	8.61
Poa mulleri	—	49.33	——	1.14	——	8.10
Trisetum spicatum	62	51.99	0.83	0.90	9.65	7.85
Castilleja bella	13	50.66	0.20	0.58	2.10	7.29
Festuca hephaestophila	55	36	1.28	0.60	10.79	5.93
Hymenoxys insignis	7	16	3.04	2.20	2.38	5.81
Senecio hintoniorum	26	26.33	0.36	0.585	4.08	4.31
Senecio coahuilensis	7	9.33	0.50	1.40	2.22	3.59
Pinus culminicola	11	4	2.35	1.50	7.82	3.11
Achillea lanulosa	7	12	0.09	0.80	1.08	2.87
Euphorbia beamanii	—	8	——	0.80	——	2.38
Festuca aff. *rubra*	—	2.66	——	0.70	——	1.55
Sedum sp.	8	12	0.09	0.025	1.20	1.52
Thlaspi mexicanum	41	10.66	0.43	0.08	6.05	1.46
Phacelia platycarpa	26	5.33	0.31	0.40	3.94	1.36
Grindelia inuloides	38	8	1.74	0.03	9.34	1.04
Juniperus sabinoides f. *sabinoides*	2	2.66	0.60	0.40	1.90	1.03
Symphoricarpos microphyllus	—	2.66	——	0.30	——	0.85
Delphinium valens	1	1.33	0.30	0.30	0.95	0.68
Gentianella amarella	—	5.33	——	0.0	——	0.66
Erysimum capitatum	3	2.66	0.03	0.20	0.39	0.58
Stellaria cuspidata	3	1.33	0.06	0.20	0.52	0.51
Campanula rotundifolia	8	2.66	0.08	0.10	1.17	0.50
Arracacia schneideri	—	1.33	——	0.10	——	0.33
Ribes ciliatum	—	1.33	——	0.10	——	0.33
Draba helleriana	32	2.66	0.35	0.0	4.77	0.33
Bromus carinatus	1	1.33	0.01	0.03	0.15	0.21
Gnaphalium sp.	2	1.33	0.02	0.0	0.30	0.16
Trifolium sp.	9	——	0.15	——	1.47	——
Sisyrinchium schneideri	5	——	0.05	——	0.73	——
Blepharoneuron tricholepis	3	——	0.06	——	0.52	——
Penstemon leonensis	2	——	0.02	——	0.30	——
Smilacina stellata	2	——	0.02	——	0.30	——
Allium sp.	1	——	0.01	——	0.15	——
Cerastium brachypodum	1	——	0.01	——	0.15	——

de que esta especie es uno de los pocos elementos de pradera alpina que se desarrollan con éxito en el área alrededor de las construcciones.

Dos especies de la pradera subalpina incrementaron notoriamente su valor de importancia dentro de la pradera alpina: *Senecio loratifolius* duplicó su valor, mientras que *S. carnerensis* lo incrementó 6.5 veces, siendo, con mucho, la especie que presenta mayor diferencia entre los datos de ambos muestreos, con excepción de las que sólo fueron registradas en uno u otro de éstos. La capacidad de *S. carnerensis* para adaptarse a las condiciones de perturbación se evidencía también en su venturoso desarrollo como especie ruderal, siendo el elemento más conspicuo a la orilla de caminos en la cima.

Thlaspi mexicanum, Grindelia inuloides y *Draba helleriana* parecen haber reducido su cobertura y su frecuencia, situación difícil de explicar en el caso de *Grindelia* por ser un elemento que en otras partes parece adaptarse bien a condiciones de perturbación.

Entre las especies que fueron cuantificadas para la pradera alpina en 1988 pero no en 1966, destaca *Poa mulleri* la cual, aunque de baja cobertura, presenta una frecuencia de casi 50 %, reflejando una amplia distribución en la comunidad. Esta gramínea fue citada (como *Poa annua*) por Muller (1939) como una de las especies más importantes de la pradera alpina, pero no figura en los muestreos de Beaman y Andresen (op. cit.). En la actualidad *Poa mulleri* se manifiesta como una especie bien distribuída, tanto en la pradera alpina como en las otras comunidades de la cima. *P. annua* por su parte, se restringe a densas colonias en una zona muy perturbada en el ecotono entre la pradera alpina y los elementos de *Pinus hartwegii* que alcanzan la cima, y es probable que su introducción en el área haya coincidido con la edificación de las construcciones.

Otros elementos registrados únicamente en el muestreo reciente son *Euphorbia beamanii, Festuca* aff. *rubra* y *Gentianella amarella*, lo que dada la preferencia de la primera especie por sitios perturbados refleja las condiciones del área. En los sitios de mayor disturbio alrededor de las construcciones prosperan *Senecio carnerensis, Erodium cicutarium, Phacelia platycarpa, Astragalus purpusii, Hymenoxys insignis*, y en menor proporción *Androsace septentrionalis, Astranthium beamanii* y *Sedum* sp.

Entre los elementos que fueron registrados para la pradera alpina hace 27 años: *Trifolium, Sisyrinchium, Penstemon* y *Cerastium* existen pero no se localizan dentro de los cuadros de muestreo en este trabajo; *Smilacina* no se observó en la pradera alpina aunque sí en otras comunidades del área, mientras que *Blepharoneuron tricholepis* y *Allium* sp. no se encontraron en ningún sitio de la cima.

Esta comunidad se ha visto seriamente afectada por el disturbio, principalmente por instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, lo que ha reducido en aproximadamente 30% el área que ocupaba hace 27 años. Otros agentes de perturbación son el pastoreo y la explotación de una pequeña mina de manganeso (Fig. 1).

2. La pradera subalpina está conformada por herbáceas erectas. Parece ser la comunidad menos afectada por el disturbio, ya que ha incrementado su área invadiendo parte de la superficie anteriormente ocupada por pradera alpina y toda la zona que fue destruida por incendio del matorral de *Pinus culminicola* (Fig. 2). Entre sus componentes sobresalen: *Helenium integrifolium, Senecio loratifolius, Lupinus cacuminis, Penstemon leonensis, Delphinium valens* y *Euphorbia beamanii* (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de frecuencias en pradera subalpina, matorral de *Pinus culminicola* y bosque de *Pinus hartwegii* en 1966 y 1988.

ESPECIES	P.S. (Transecto 4) 1966	P.S. (Transecto 4) 1988	M.P.c. (Transecto 2) 1966	M.P.c. (Transecto 2) 1988	P.S.s. (Transecto 3) 1966	P.S.s. (Transecto 3) 1988	B.P.h. (Transecto 4) 1966	B.P.h. (Transecto 4) 1988
Achillea lanulosa	15	6	3	4	*	1	19	10
Agastache palmeri	*	*	*	1	*	*	*	*
Ageratina potosina	*	*	*	*	*	1	*	*
Arenaria cf. *oresbia*	6	*	4	*	2	4	*	*
Arracacia schneideri	*	*	6	11	3	1	*	*
Astragalus purpusii	*	*	*	*	1	4	*	*
Astranthium beamanii	12	9	2	*	*	*	*	4
Bromus carinatus	*	*	*	*	1	*	*	*
Campanula rotundifolia	*	*	*	1	*	*	*	*
Castilleja bella	*	*	1	1	*	*	*	3
Cerastium brachypodum	6	*	*	*	*	*	*	*
Cirsium aff. *ehrenbergii*	3	*	3	1	1	*	*	*
Delphinium valens	3	6	1	1	2	2	1	4
Draba helleriana	*	*	*	*	2	*	*	*
Erysimum capitatum	*	*	4	2	*	1	*	1
Euphorbia beamanii	3	6	*	6	*	9	*	3
Festuca hephaestophila	*	9	*	*	*	*	*	1
Festuca aff. *rubra*	6	6	*	2	*	3	1	1
Fragaria mexicana	*	*	*	*	*	*	1	*
Geranium crenatifolium	*	*	-	2	*	*	*	*
Geranium spp.	*	*	5	-	*	*	3	*
Geranium seemannii	*	*	-	4	*	1	*	*
Gnaphalium sp.	*	*	1	*	*	1	*	*
Grindelia inuloides	*	*	6	4	9	4	*	*
Helenium integrifolium	27	22	*	1	*	*	4	12
Helianthella quinquenervis	15	*	*	*	*	*	*	*
Holodiscus dumosus	*	*	4	*	*	*	*	*
Hymenoxys insignis	*	*	1	1	3	2	*	*
Linum lewisii	*	*	1	*	*	*	*	*
Lupinus cacuminis	*	*	3	11	4	11	*	*
Penstemon barbatus	*	*	*	1	*	*	*	*
Penstemon leonensis	*	*	*	8	*	5	*	*
Phacelia pinnata var. *robusta*	*	*	2	3	*	*	*	*
Phleum alpinum	*	*	*	*	*	*	*	1
Pinus culminicola	*	*	49	31	74	1	*	*
Pinus hartwegii	*	19	2	4	*	*	51	38
Poa mulleri	*	*	*	*	*	4	*	12
Polemonium pauciflorum	*	*	2	*	*	*	*	*
Potentilla leonina	*	*	*	*	*	4	*	3
Ranunculus peruvianus	9	6	*	2	*	*	10	6
Ribes ciliatum	3	*	2	2	1	1	1	*
Salvia microphylla	*	*	*	2	*	1	*	*
Senecio coahuilensis	*	6	11	4	13	6	1	3
Senecio carnerensis	6	*	2	*	24	4	19	*
Senecio hintoniorum	*	*	*	*	*	6	*	*

ESPECIES	P.S. (Transecto 4) 1966	1988	M.P.c. (Transecto 2) 1966	1988	P.S.s. (Transecto 3) 1966	1988	B.P.h. (Transecto 4) 1966	1988
Senecio sp.	*	*	2	*	1	*	*	*
Senecio loratifolius	*	19	*	12	*	3	*	13
Smilacina stellata	*	*	6	*	4	*	*	*
Solanum verrucosum	*	*	*	3	*	*	*	*
Stellaria cuspidata	*	9	*	10	20	*	5	7
Symphoricarpos microphyllus	*	*	9	1	3	*	*	*
Tauschia madrensis	15	*	*	*	*	*	12	13
Thlaspi mexicanum	*	*	*	*	2	*	*	*
Trisetum spicatum	*	*	*	*	3	*	*	3
Zacate	33	*	*	*	16	*	40	*
Arbusto	*	*	3	*	*	*	*	*

* No se encontró en el transecto.
P.S. = Pradera subalpina
P.S.s.= Pradera subalpina secundaria
M.P.c.= Matorral de *Pinus culminicola*
B.P.h.= Bosque de *Pinus hartwegii*

Senecio loratifolius, Euphorbia beamanii y *Lupinus cacuminis* muestran un incremento en su distribución, el último de ellos especialmente en el área de pradera subalpina derivada de matorral, donde la desaparición de *Pinus culminicola* favoreció el desarrollo de las especies heliófilas de la pradera.

Por el contrario, muchos de los elementos registrados en 1966 parecen haber reducido su frecuencia, principalmente *Tauschia madrensis,* algunas gramíneas y *Helianthella quinquenervis*, y es probable que esta última especie haya desaparecido del área, ya que no fue observada en ninguna de las comunidades.

3. El matorral de *Pinus culminicola* es una comunidad densa y baja en la que el pino enano es el único dominante (Fig. 3). En la actualidad forma una franja contínua en el declive oriental y sur del área y en dos manchones aislados al suroeste y oeste. Dos amplias zonas al oeste y sur han sido destruídas por incendio y están ahora ocupadas por pradera subalpina (Fig. 2).

Otros arbustos se presentan en forma aislada en el matorral: *Holodiscus dumosus, Symphoricarpos microphyllus, Ribes ciliatum*, y en menor proporción *Rubus* aff. *macvaughianus*, *Garrya ovata y Juniperus sabinoides,* el último únicamente en zonas de matorral abierto y muy bajo colindantes con la pradera alpina, mientras que *Garrya* se restringe a porciones marginales del matorral en áreas más bajas.

Donde la comunidad se vuelve densa prosperan a la sombra *Arracacia schneideri, Smilacina stellata, Polemonium pauciflorum, Lithospermum oblongifolium* y otras, siendo *Arracacia* la herbácea más conspicua durante el invierno. Tres especies de líquenes son abundantes sobre *Pinus culminicola.* En claros del matorral destacan *Stachys vulnerabilis, Salvia microphylla, Verbena bipinnatifida, Geranium* spp. y *Penstemon* spp. Una especie de *Lycoperdon* se desarrolla en forma aislada en esta comunidad y en la pradera subalpina.



Fig. 3. Matorral de *Pinus culminicola*. Pradera subalpina en extremo superior derecho.

Una asociación común en el ecotono con la pradera subalpina es la de *Pinus culminicola* rodeado por *Senecio loratifolius* y *Lupinus cacuminis*. En las áreas de matorral abierto se presenta una diversidad florística relativamente alta, la cual disminuye conforme la comunidad se torna más densa.

Los resultados de los muestreos indican una total eliminación de *P. culminicola* en el transecto No. 3, ubicado en la zona afectada por incendio (Cuadro 3).

Otros elementos característicos del matorral redujeron también su frecuencia, como *Stellaria cuspidata* y *Symphoricarpos microphyllus*, mientras que varias herbáceas se vieron favorecidas por la insolación y ocuparon la zona, principalmente *Lupinus* y *Euphorbia* y en menor proporción *Penstemon* y algunas especies de *Senecio* de la pradera subalpina, así como *Astragalus* y *Potentilla* de la alpina.

Aunque en forma menos drástica, también en la zona no afectada por incendio el matorral ha sufrido modificaciones. Un perfil esquemático de la altura y densidad de *P. culminicola* en el transecto No. 2 (Fig. 4) muestra que esta especie ha incrementado su tamaño y densidad entre los 3650 y 3580 m de altitud, pero en el resto del transecto, hasta los 3450 m, ha disminuído notoriamente, encontrándose amplios claros en los que el pino ha sido eliminado debido a la construcción del camino de acceso a la cima.

El cuadro 3 muestra una disminución en las frecuencias de los elementos arbustivos de esta comunidad y un incremento en las de *Senecio loratifolius, Lupinus cacuminis, Stellaria cuspidata, Euphorbia beamanii* y *Penstemon leonensis.*

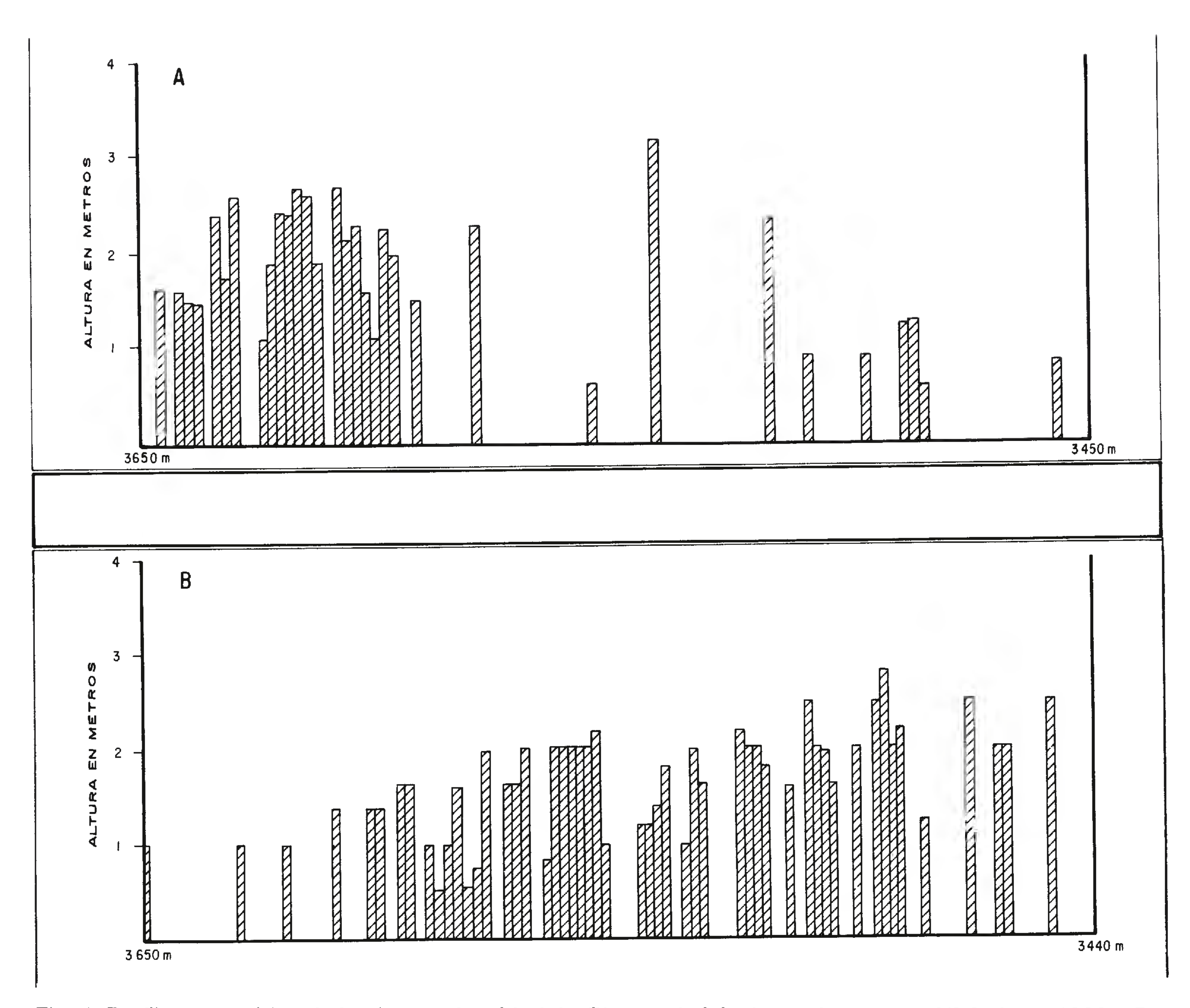


Fig. 4. Perfil esquemático de la altura y densidad de *Pinus culminicola* en el transecto Nº 2. A: en 1988 y B: en 1966.

4. El bosque de *Pinus hartwegii* alcanza la cima por el noreste con algunos individuos aislados, de fuste corto y copa deformada con "efecto de bandera" debido a la intensidad de los vientos. Al reducirse la altitud se incrementa la densidad de los árboles y se manifiesta el bosque propiamente dicho, con algunos claros amplios de pradera subalpina en sitios planos, en apariencia con drenaje deficiente (Fig. 5).

La comparación entre los datos de 1966 y 1988 para esta comunidad (Cuadro 3) indica una disminución de cerca de 20% en la frecuencia de *P. hartwegii* y variable para algunos elementos del sotobosque, como *Achillea lanulosa, Ranunculus peruvianus* y especialmente para *Senecio carnerensis* y varias gramíneas. Por otra parte algunas herbáceas se vieron favorecidas, principalmente *Senecio loratifolius* y *Helenium integrifolium.*



Fig. 5. Bosque de *Pinus hartwegii.*

FLORA

La flora alpina y subalpina de la cima del Cerro Potosí está considerada como relativamente rica, dadas las pequeñas dimensiones del área y las condiciones extremas del medio físico. En este trabajo fueron registradas 95 especies de 77 géneros y 36 familias de plantas vasculares, de las que las compuestas y las gramíneas son las mejor representadas. En la lista 1 se presentan las especies encontradas durante este trabajo, se señalan las comunidades en las que fueron registradas, y se asigna una clasificación tentativa de acuerdo con las categorías del Libro Rojo de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) a las que cada una pertenece.

Se encontró que 11 especies pueden ser consideradas en peligro de extinción, otras 8 en las categorías de vulnerables y raras, y 13 como indeterminadas o insuficientemente conocidas, lo que constituye un tercio del total de la flora.

De las 81 especies enumeradas en 1966, 10 no se detectaron durante el presente estudio. *Onosmodium dodrantale, Geranium potosinum, Trifolium* sp. y *Eupatorium* sp. fueron incluidas con duda por Beaman y Andresen (op. cit.) para la cima, ya que sólo se habían colectado abajo de los 3500 m, y es probable que no sean especies típicamente subalpinas. *Antennaria parvifolia* y *Senecio madrensis* se citaron con base en colectas de Schneider, y cuando menos en el caso de la primera es posible que se encuentre en el área pero no fue detectada debido a su pequeño tamaño.

Lista 1. Lista florística de la cima del Cerro Potosí.

	P.A.	P.S.	M.P.c.	B.P.h.	A.I.	C
BORAGINACEAE						
Hackelia leonotis I.M. Johnst.	X	X	X			V
Lithospermum oblongifolium Greenm.		X				n.t.
CAMPANULACEAE						
Campanula rotundifolia L.	X	X	X	X		n.t.
CAPRIFOLIACEAE						
Symphoricarpos microphyllus HBK.	X		X			n.t.
CARYOPHYLLACEAE						
Arenaria cf. *oresbia* Greenm.	X	X	X	X		K
Cerastium brachypodum (Engelm. ex A. Gray) Robins.	X	X				n.t.
Silene laciniata Cav.			X			n.t.
Stellaria cuspidata Willd.	X	X	X	X		n.t.
COMPOSITAE						
Achillea lanulosa Nutt.	X		X	X	X	n.t.
Ageratina potosina B.L. Turner			X			E
Astranthium beamanii DeJong	X	X	X	X	X	E
Bidens muelleri Sherff	X	X				I
Cirsium aff. *ehrenbergii* Sch. Bip.			X		X	n.t.
Erigeron potosinus Standley		X		X		R
Gnaphalium aff. *liebmannii* Sch. Bip. ex Klatt			X	X		n.t.
Gnaphalium sp.	X	X	X	X	X	E
Grindelia inuloides Willd.	X	X	X		X	n.t.
Helenium integrifolium (HBK.) Benth. & Hook. ex Hemsl.		X		X		n.t.
Hymenoxys insignis (A. Gray) Cockerell	X	X			X	I
Senecio carnerensis Greenm.	X	X	X		X	n.t.
Senecio coahuilensis Greenm.	X	X	X		X	K
Senecio hintoniorum B.L. Turner	X	X				R
Senecio loratifolius Greenm.	X	X	X	X	X	n.t.
Taraxacum officinale Weber in Wigg.	X	X	X	X	X	n.t.
CRASSULACEAE						
Sedum sp.	X	X	X	X	X	K
Villadia sp.	X	X				E
CRUCIFERAE						
Draba helleriana Greene	X	X	X	X	X	n.t.
Erysimum capitatum (Dougl.) Greene	X	X	X	X	X	n.t.
Thlaspi mexicanum Standl.	X	X		X		K
CUPRESSACEAE						
Juniperus sabinoides (HBK.) Nees f. *sabinoides*	X	X				n.t.

P.A. = Pradera alpina
P.S. = Pradera subalpina
M.P.c. = Matorral de *Pinus culminicola*
B.P.h = Bosque de *Pinus hartwegii*
A.I. = Area incendiada
* Unicamente como ruderal

C = Categorías del Libro Rojo de datos de la UICN :
E = En peligro
V = Vulnerable
R = Rara
I = Indeterminada
K = Insuficientemente conocida
n.t. = ni rara , ni amenazada

	P.A.	P.S.	M.P.c.	B.P.h.	A.I.	C
CYPERACEAE						
Carex bella Bailey		X			X	n.t.
Carex peucophila Holm		X			X	n.t.
EUPHORBIACEAE						
Euphorbia beamanii M.C. Johnst.	X	X	X	X	X	n.t.
FUMARIACEAE						
especie no identificada	X					K
GARRYACEAE						
Garrya ovata Benth.			X			n.t.
GENTIANACEAE						
Gentianella amarella (L.) Boerner	X	X				n.t.
GERANIACEAE						
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit.	X					n.t.
Geranium crenatifolium H.E. Moore	X	X	X	X	X	n.t.
Geranium seemannii Peyr.	X	X	X	X	X	n.t.
GRAMINEAE						
Agropyron repens (L.) Beauv.	X	X			X	n.t.
Agrostis scabra Willd.				X		n.t.
Bromus carinatus Hook.	X					n.t.
Bromus porteri Nash			X			n.t.
Calamagrostis purpurascens R. Br.			X			n.t.
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.				X		n.t.
Festuca amplissima Rupr. ex Fourn.				X		n.t.
Festuca hephaestophila Nees in Steud.	X	X	X	X	X	n.t.
Festuca aff. *rubra* L.	X	X	X	X	X	n.t.
Phleum alpinum L.				X		n.t.
Poa annua L.	X			X		n.t.
Poa fendleriana (Steud.) Vasey	X					n.t.
Poa mulleri Swallen	X	X	X	X	X	E
Trisetum spicatum (L.) Richt.	X	X	X	X	X	n.t.
Trisetum viride (HBK.) Kunth			X			n.t.
HYDROPHYLLACEAE						
Phacelia pinnata var. *robusta* (Brand.) McBr.			X			K
Phacelia platycarpa (Cav.) Spreng.	X	X				n.t.
IRIDACEAE						
Sisyrinchium schaffneri Wats.	X			X		n.t.
LABIATAE						
Agastache palmeri (B.L. Robins.) Standl. var. *leonensis* R.W. Sanders			X	X	X	K
Salvia microphylla HBK. var. *neurepia* (Fern.) Epl.			X			n.t.
Stachys vulnerabilis Rzedowski & Calderón	X	X	X	X	X	V
LEGUMINOSAE						
Astragalus purpusii M.E. Jones	X	X				K
Astragalus sp.		X				n.t.
Lupinus cacuminis Standl.	X	X	X	X	X	V
Trifolium schneideri Standl.	X					E
Vicia americana Muhlenberg ex Willdenow ssp. *mexicana* C.R. Gunn				X		K
LILIACEAE						
Smilacina stellata (L.) Desf.			X			n.t.
Zigadenus aff. *virescens* (HBK.) Macbr.			X			n.t.

	P.A.	P.S.	M.P.c.	B.P.h.	A.I.	C
LINACEAE						
Linum lewisii Pursh	X	X	X	X	X	n.t.
LOGANIACEAE						
Buddleia cordata HBK. ssp. *tomentella* (Standl.) Norman			*			n.t.
LORANTHACEAE						
Arceuthobium vaginatum (Willd.) Presl ssp. *vaginatum*				X		n.t.
ONAGRACEAE						
Epilobium ciliatum Raf. ssp. *ciliatum*				X		n.t.
PINACEAE						
Pinus culminicola Andresen & Beaman	X	X	X	X	X	V
Pinus hartwegii Lindl.	X	X	X	X	X	n.t.
POLEMONIACEAE						
Polemonium pauciflorum Wats.		X	X		X	n.t.
PRIMULACEAE						
Androsace septentrionalis L. var. *puberulenta* (Rydb.) Knuth	X	X				n.t.
RANUNCULACEAE						
Aquilegia elegantula Greene			X	X		n.t.
Delphinium valens Standl.		X		X	X	I
Ranunculus peruvianus Pers.	X	X		X		n.t.
ROSACEAE						
Fragaria mexicana Schl.	X	X		X		n.t.
Holodiscus dumosus (Nutt.) Heller			X			n.t.
Potentilla leonina Standl.	X	X	X	X	X	E
Rubus aff. *macvaughianus* Rzedowski & Calderón			X			R
SAXIFRAGACEAE						
Heuchera mexicana Schaffner		X	X			n.t.
Ribes ciliatum Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.	X		X		X	n.t.
SCROPHULARIACEAE						
Castilleja bella Standl.	X	X	X	X	X	E
Castilleja tenuiflora Benth.			X			n.t.
Penstemon barbatus (Cav.) Roth			X			n.t.
Penstemon leonensis Straw	X	X	X	X	X	I
SOLANACEAE						
Solanum verrucosum Schl.	X	X	X		X	n.t.
UMBELLIFERAE						
Arracacia schneideri Math. & Const.	X	X	X			R
Arracacia tolucensis (HBK.) Hemsl.			X			E
Tauschia madrensis Coult. & Rose	X			X		n.t.
URTICACEAE						
Urtica sp.			X			E
VERBENACEAE						
Verbena bipinnatifida Nutt.			X			n.t.
VIOLACEAE						
Viola galeanaensis M.S. Baker	X			X		E

Una situación diferente se presenta para *Blepharoneuron tricholepis* y *Allium* sp. de la pradera alpina, *Helianthella quinquenervis* de la subalpina y *Senecio* sp. del matorral de *Pinus culminicola,* las cuales fueron inutilmente rastreadas durante este trabajo y es probable que hayan reducido sus poblaciones o incluso desaparecido del área.

Por otra parte, en el presente trabajo se aportan 24 especies, 12 géneros y 6 familias no registradas anteriormente para el área. Muchas de estas especies se encuentran como elementos naturales de las comunidades y es practicamente seguro que han permanecido en la zona desde hace mucho tiempo; en algunos casos es verosímil que no fueron detectadas antes debido a que forman colonias aisladas, restringidas a microambientes muy específicos, como *Aquilegia elegantula, Rubus* aff. *macvaughianus,* y *Heuchera mexicana*, entre otros. Pero también existen elementos que en los últimos años han arribado a la zona favorecidos por la perturbación, como *Erodium cicutarium, Poa annua, Arceuthobium vaginatum, Solanum verrucosum* y *Buddleia cordata* ssp. *tomentella*.

DISCUSION

La comparación entre las áreas ocupadas por cada comunidad en 1966 y 1988 revela que la pradera alpina y el matorral de *Pinus culminicola* han sufrido una considerable reducción, en el primer caso debido principalmente a disturbio antropogénico y en el segundo a un incendio de origen desconocido. Es evidente que *P. culminicola* no es una especie resistente al fuego, ya que no presenta el menor indicio de regeneración y aparentemente tampoco de repoblación a partir de los individuos de las áreas marginales de la parte no afectada del matorral, a pesar de que han transcurrido por lo menos 18 años de la fecha en que el fuego devastó la zona.

Beaman y Andresen (op. cit.) encuentran el área cubierta por una pradera alpina "precariamente pequeña" y concluyen que si por razones climáticas *Pinus hartwegii* o *P. culminicola* se tornaran dominantes en la cima, probablemente se extinguirían varias especies alpinas intolerantes a la sombra. Los mismos autores opinan que el estado decadente de *P. hartwegii* en la cima sugiere que las condiciones climáticas actuales pueden estar permitiendo una leve expansión de la pradera alpina.

El área del bosque de *P. hartwegii* parece estarse contrayendo en su parte superior, mientras que la pradera subalpina incrementó su área, comportándose en la cima y en el declive oeste y sur como comunidad disclímax al ocupar parte de la superficie dejada por las comunidades afectadas por disturbio.

El retroceso aparente del bosque de *P. hartwegii* de la parte superior del cerro puede deberse a la prevalencia en la actualidad de condiciones climáticas poco favorables. Lauer y Klaus (1975) observaron en el Pico de Orizaba un retroceso similar de esta especie hacia las partes más bajas.

Entre los factores que afectan la altitud del límite de la vegetación arbórea están, según Daubenmire (1954), citado por Beaman (1962), el exceso o deficiencia de la luz, insuficiencia de dióxido de carbono, profundidad de la nieve, viento, desecación en invierno y escasez de calor, considerándose a este último como el más importante. En El Potosí el efecto tanto mecánico como desecante de los vientos parece ser el factor que impide

el desarrollo del bosque en la cima y es muy probable que si este cerro tuviera mayor altitud, *P. hartwegii* y *P. culminicola* se encontrarían también más arriba.

La elevación media del límite de la vegetación arbórea en el Iztaccíhuatl y el Popocatépetl es de 4021 y 3909 m respectivamente (Beaman, 1962), y en el Pico de Orizaba existen árboles aislados en áreas favorablemente localizadas hasta a 4250 m (Lauer y Klaus, op. cit.). Es posible que la diferencia entre las condiciones climáticas (isotermales en esas áreas y de clima más extremoso en El Potosí), aunadas a la escasez de suelo, sean también en parte responsables de la presencia de la vegetación alpina a una altitud relativamente baja.

Las modificaciones en composición y estructura de las comunidades fueron discutidas al describirse cada una de ellas. Las formas biológicas prevalentes son las hemicriptófitas y caméfitas. Las geófitas y fanerófitas son muy escasas y las terófitas, no registradas anteriormente para el área, están representadas por *Poa annua* y una Fumariacea no identificada muy pequeña y de rápida floración y fructificación, características que coinciden con el patrón descrito por Billings (1973) para las anuales de sitios árticos y alpinos.

La pradera alpina resultó tener el mayor índice de diversidad, debido tanto a su riqueza en especies como a la uniformidad en la distribución de sus valores de frecuencia. La pradera subalpina parece haber reducido su diversidad, mientras que la pradera subalpina secundaria (matorral de *Pinus culminicola* en 1966), y en menor proporción el bosque de *P. hartwegii* la incrementaron (Cuadro 4).

Cuadro 4. Riqueza específica (R.E.) e índices de diversidad de Shannon (H_s) en comunidades de la cima del Cerro Potosí.

	R.E. 1966	R.E. 1988	H_s 1966	H_s 1988
Pradera alpina	36	36	3.01	3.01
Pradera subalpina	15	12	2.42	2.08
Pradera subalpina "secundaria" (matorral de *Pinus culminicola* en 1966)	21	24	2.16	2.50
Matorral de *Pinus culminicola*	26	29	2.56	2.48
Bosque de *Pinus hartwegii*	14	19	1.97	2.18

La riqueza específica se consideró tomando en cuenta únicamente elementos que fueron registrados en los muestreos. Si se toma en cuenta el total de especies observadas en cada comunidad las praderas alpina y subalpina y el matorral resultan ser las de mayor riqueza florística, con más de 50 especies cada una, seguidas de cerca por el bosque de *P. hartwegii.* Para la pradera subalpina secundaria se observa con solamente 35, pero debido a que una alta proporción de éstas fueron registradas en los muestreos, la

diversidad de esta comunidad resultó relativamente alta. La riqueza florística considerada en forma independiente de la uniformidad es baja en la pradera subalpina secundaria, debido a que son aún pocas las especies que han logrado establecerse en el área después de la desaparición de la vegetación original.

El análisis de las relaciones geográficas de la flora de la cima de el Cerro Potosí, tomando en cuenta las adiciones y cambios ocurridos desde 1961 y el conocimiento algo más preciso de las distribuciones de varias especies, revela que de 95 especies, 32.62% se conocen solamente de la Sierra Madre Oriental, de las cuales 15 (casi la mitad) son endémicas del Cerro Potosí (Cuadro 5). En 1966 se consideró como restringidas a esta área a 13 especies, pero 4 de ellas son diferentes de las que se estiman como tales en este trabajo.

Cuadro 5. Relaciones geográficas de la flora de la cima del Cerro Potosí.

	Géneros	%	Especies	%
Endémicas al Cerro Potosí	0	0	15	15.78
Sierra Madre Oriental	0	0	16	16.84
Norte de México	0	0	4	4.21
Norte y centro de México	0	0	5	5.26
México	0	0	7	7.36
México y sur de Estados Unidos	1	1.32	16	16.84
México a Centro América	0	0	9	9.47
Norteamérica	3	3.95	6	6.31
América	9	11.84	4	4.21
Hemisferio Norte	16	21.05	6	6.31
Semicosmopolita	27	35.53	5	5.26
Cosmopolita	20	26.32	0	0
Distribución no determinada	0	0	2	2.11

El 9.99% del total de especies encontradas se conoce del norte y centro de México (además de las ya mencionadas de la Sierra Madre), 17.77% se distribuyen en México y el sur de E.U.A. 16.66% en México y Centroamérica, 17.77% presentan otro tipo de distribución y solamente 5.55% son semicosmopolitas, principalmente de regiones templadas y frías. Por el contrario, gran parte de los géneros del área son de amplia distribución: 62% cosmopolitas o semicosmopolitas y 21% del hemisferio boreal, a diferencia de lo encontrado hace 27 años, en que los géneros se consideraron principalmente de distribución norteamericana o del hemisferio norte, y unos pocos

semicosmopolitas. Del resto de los géneros, 11.84% son americanos, 3.95% se restringen a Norteamérica y solamente *Astranthium* (1.32%) es endémico a México y el sur de Estados Unidos.

El porcentaje de endemismos locales a nivel de especie es levemente menor al registrado en 1966, pero de cualquier manera sigue siendo alto. Varias especies se conocen ahora de otros picos de la Sierra Madre Oriental, confirmando la hipótesis de Beaman y Andresen (op. cit.) de que la flora alpina pudo estar más ampliamente distribuída en el pasado sobre montañas vecinas durante períodos más fríos o más secos.

Usando el índice de similitud de Sorensen (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) se analizaron las afinidades con algunas floras alpinas y una ártica (Cuadro 6). Las floras alpinas comparadas son las de el Popocatépetl e Iztaccíhuatl hacia el sur, con base en los inventarios preliminares de Beaman (1965), realizados entre los 3700 y 4300 m de altitud. Hacia el norte se tomaron como base las de un sitio de 6 x 12 millas entre los 10000 y 11000 pies de altitud en las Montañas Rocallosas en la frontera entre Wyoming y Montana, E.U.A. (Johnson y Billings, 1962) y un área de 130 x 65 km en las Rocallosas del sur, en Colorado (Hartman y Rottman, 1988). Se compara también la flora del declive ártico de Alaska (Wiggins y Thomas, 1962).

Cuadro 6. Coeficientes de similitud entre la flora de la cima del Cerro Potosí y otras floras alpinas y una ártica.

	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
Popocatépetl (Beaman, 1965)	55.5	39.4	8.8
Iztaccíhuatl (Beaman, 1965)	61	43.5	5.7
Sur de las Rocallosas (Hartman y Rottman, 1988)	69	46.3	4.7
Norte de las Rocallosas (Johnson y Billings, 1962)	69	29.8	3.6
Alaska (Wiggins y Thomas, 1962)	57	31.4	2.2

De la comparación se deduce que: a) la de el Cerro Potosí es una flora altamente diversificada a nivel de familia; b) a ese nivel la afinidad es notoriamente mayor con las dos áreas de las Rocallosas que con las áreas comparadas hacia el sur; c) en cuanto a los géneros, la mayor relación es con el sur de las Rocallosas, seguida por el Iztaccíhuatl y el Popocatépetl; d) respecto a las especies hay más similitud con el Popocatépetl, y e) existe una sorprendentemente alta afinidad con las familias de la flora ártica comparada.

El origen reciente y la derivación local de la flora del Cerro Potosí se confirma por su estrecho parentesco con la de áreas más bajas, lo que ya fue puesto de manifiesto por Beaman y Andresen (op. cit.), quienes consideran que la alta frecuencia de endemismos

en la cima podría ser parcialmente explicada por la posibilidad de que la especiación hubiera ocurrido por selección catastrófica. A los ejemplos que estos autores citan de afinidad local de las especies pueden agregarse *Stachys vulnerabilis,* aparentemente relacionada con *S. langmaniae*, de bosques mixtos (Rzedowski y Calderón, 1988) así como *Ageratina potosina* y *Senecio hintoniorum*, ligadas a *A. oreithales* (Greenm.)Turner y *S. bellidifolius* HBK., respectivamente.

En menor medida la flora local parece también haber evolucionado a partir de elementos migratorios, como indica la estrecha relación entre *Potentilla leonina,* la especie dominante en pradera alpina, con *P. concinna* Richardson, de las Montañas Rocallosas y la Gran Cuenca. Martin y Harrell (1957) postulan que la flora templada del noreste de México llegó antes del Plioceno argumentando que en el Pleistoceno los períodos fríos fueron también secos y que en esta región los intervalos húmedos no coincidieron con las fases de máximos glaciares. Aunque la precipitación en la cima del Cerro Potosí es relativamente alta, su flora alpina y subalpina presenta obvias adaptaciones a la xerofitia debido a sequía fisiológica. Estas adaptaciones pueden haber permitido el arribo de plantas durante los períodos fríos y secos en el Pleistoceno.

Para determinar si un taxon está en peligro o amenazado de extinción el primer factor considerado es la destrucción, modificación o reducción presente o potencial de su habitat (La Verne Smith, 1980). Los cambios ocurridos a lo largo de 27 años en esta pequeña área, aunados al alto porcentaje de endemismos, repercuten en inminente peligro de extinción para varias especies. En las zonas adyacentes son pocos los taxa con características genéticas que les permitan la posibilidad de ocupar los nichos que dejan las especies que desaparecen en la cima y la necesidad de protección de la zona puede sustentarse tanto en razones de índole ecológica como práctica, ya que la reducción en la cubierta vegetal acarrea un efecto de cascada que repercute en la estabilidad del suelo y en el balance hídrico de las zonas bajas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Biol. Martha González E. su apoyo durante las colectas y muestreos cuantitativos de vegetación, así como por la toma de fotografías. Al Dr. J. Rzedowski por su ayuda en la resolución de algunas dudas y al personal que labora en la estación de microondas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes por sus atenciones y hospitalidad.

LITERATURA CITADA

Andresen, J. W. & J. H. Beaman. 1961. A new species of *Pinus* from Mexico. J. Arnold Arboretum 42: 437-441.

Anónimo. 1977. Carta Edafológica. Galeana G14 C 56. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F.

Beaman, J. H. 1959. A preliminary checklist of the vascular alpine flora of Mexico. 6 pp.(en mimeógrafo).

Beaman, J. H. 1962. The timberlines of Iztaccihuatl and Popocatepetl. Mexico. Ecology 43(3): 377-395.

Beaman, J. H. 1965. A preliminary ecological study of Popocatepetl and Iztaccihuatl. Bol. Soc. Bot. Méx. 29: 63-75.

Beaman, J. H. & J. W. Andresen. 1966. The vegetation, floristics and phytogeography of the summit of Cerro Potosi, Mexico. Amer. Midl. Natur. 75(1): 1-33.

Billings, W. D. 1973. Arctic and alpine vegetations: similarities, differences, and susceptibility to disturbance. BioScience 23(12): 697-704.

Delgadillo, M. C. 1971 Phytogeographic studies on alpine mosses of Mexico. The Brylogist 73(3): 331-346.

García, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 3a edición. México, D.F. 252 pp.

Hartman, E. L. & M. L. Rottman. 1988. The vegetation and alpine vascular flora of the Sawatch Range, Colorado. Madroño 35(3): 202-225.

Johnson, P. L. & W. D. Billings. 1962. The alpine vegetation of the Beartooth Plateau in relation to cryopedogenic processes and patterns. Ecological Monographs 32(2): 105-135.

La Verne Smith, S.E. 1980. Laws and information needs for listing plants. Rhodora 82(829):192-199.

Lauer, W. & D. Klaus. 1975. Geoecological investigations on the timberline of Pico de Orizaba, Mexico. Arctic and Alpine Research 7(4):315-330.

Martin, P. S & B.E. Harrell. 1957. The Pleistocene history of temperate biotas in Mexico and Eastern United States. Ecology 38(3): 468-480.

Muller, C. H. 1937. Plants as indicators of climate in northeast Mexico. Amer Midl. Natur. 18:986-1000.

Muller, C. H. 1939. Relations of the vegetation and climatic types in Nuevo Leon, Mexico. Amer. Midl. Natur. 21: 687-729.

Mueller-Dombois & H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 547 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S. A. México, D.F. 431 pp.

Rzedowski, J. & G.C. de Rzedowski. 1988. Tres especies nuevas de *Stachys* (Labiatae) de México. Acta Bot. Mex. 3: 1-5.

Sánchez, S .R., G. J. López y J. M. Espinoza R. 1987. Cambios en la comunidad de *Pinus culminicola* Andresen y Beaman en el Cerro Potosí N. L. México. Resumen de ponencia. X Congreso Mexicano de Botánica. Guadalajara, Jal.

Wiggins, I. L. & J. H. Thomas. 1962. A flora of the Alaskan arctic slope. Univ. of Toronto Press. Toronto 425 pp.

Acta Botánica Mexicana (1991), 13:75-83

FLORAL VISITORS AND THEIR BEHAVIOR TO SYMPATRIC *SALVIA* SPECIES (LAMIACEAE) IN MEXICO[1]

GREGG DIERINGER
Department of Botany, University of Texas at Austin,
Austin, Texas 78713, USA

T.P. RAMAMOORTHY AND PEDRO TENORIO LEZAMA
Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado Postal 70-233, Ciudad Universitaria,
Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F. México

ABSTRACT

A field survey in southwestern Mexico was undertaken to locate and identify sympatrically flowering populations of *Salvia* and to characterize their visiting bee faunas. Twenty nine species of *Salvia* were observed and 33 species of bees collected. The most common bee visitors were *Bombus* species comprising 66% of the bee species collected. Of the 36 localities visited, 42% had sympatric, concurrently flowering *Salvia* species. As many as five flowering *Salvia* species may co-occur and share pollinating visits from the same bee species. Potential interactions between *Salvia* species and their pollinating bees are discussed.

RESUMEN

Se realizó un estudio de campo en el suroeste de México con el fin de localizar e identificar poblaciones simpátricas de *Salvia* en floración, y caracterizar a sus abejas visitantes. Se observaron 29 especies de *Salvia* y se colectaron 33 taxa de abejas. Las abejas visitantes más comunes fueron especies del género *Bombus*, comprendiendo 66% de los taxa de abejas colectados. De las 36 localidades visitadas, 42% contenían especies simpátricas de *Salvia* floreciendo al mismo tiempo. Se encontraron coexistiendo hasta 5 especies de *Salvia* y en algunas ocasiones recibiendo visitas de abejas polinizadoras pertenecientes a los mismos taxa. Se discuten las interacciones potenciales entre las especies de *Salvia* y sus abejas polinizadoras.

INTRODUCTION

The genus *Salvia*, although thought to have originated in the Mediterranean, has its greatest diversity in Mexico with approximately 300 species (Epling 1939, Ramamoorthy, unpublished). It is estimated that 88% of *Salvia* species are endemic to Mexico. Personal observations have indicated that there are numerous localities where several *Salvia* species cooccur and flower simultaneously. *Salvia* possesses what may be the most complicated pollination mechanism within the Lamiaceae in that the anthers contact a pollinator's dorsum via a fulcrum attachment of the filaments to the corolla (Fig. 1). Populations of sympatrically

[1] This study received support from a grant awarded by CONACYT of Mexico to T.P.R., project PCCBBNA 021142.

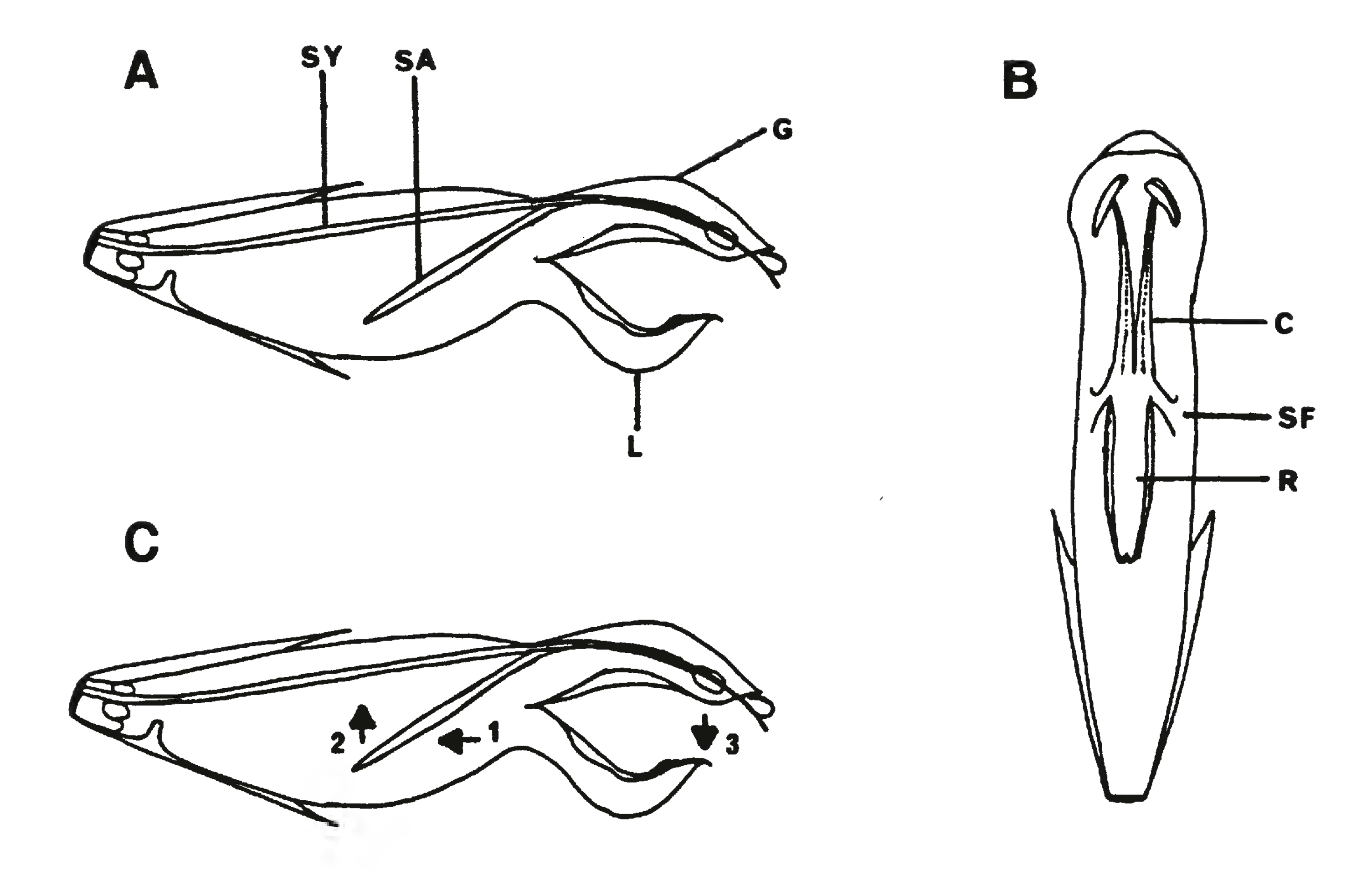


Fig. 1. Flower of *Salvia mexicana*. A. Side view depicting the stamen (SA), style (SY), galea (G), and lower lip (L). B. Longitudinal view illustrating the relative position and attachment of the staminal filament (SF), connective (C), and rudder (R) to one another. C. Pollen deposition onto a pollinating bee occurs when a bee's tongue is inserted into the flower contacting the rudder (1), pushing it upwards (2), and causing a concomitant downward movement of the connectives (3) on which the anther sacs are located. The anther sacs contact the bee's dorsum and deposit pollen.

flowering *Salvia* which share pollinators could provide material for studies of the pollination ecology of closely related, sympatric species. Therefore, our objective in this study was to document specific areas of sympatrically flowering *Salvia* and to identify the major visiting bees and their behavior.

MATERIALS AND METHODS

During the months of November and December 1985, a wide ranging field survey of southwestern Mexico was taken to locate and identify sympatric *Salvia* species and their flower-visiting bees. Thirty six localities in the states of Michoacan, Guerrero, Distrito Federal, Morelos, Puebla, and Oaxaca were visited. At each locality, voucher specimens

of *Salvia* were collected and deposited at MEXU and TEX (Appendix). Between 60-90 minutes were spent at each locality collecting bees which were visiting *Salvia* flowers. When 8-10 specimens of a particular bee species had been obtained, collection of that species was halted. If *Apis mellifera* was observed visiting these flowers, only one specimen per locality was collected. Our primary interest was in native bee species. Individual bee foraging movements were not recorded.

RESULTS

Salvia species were found in habitats ranging from dry scrub to montane forest, frequently at altitudes above 1000 meters. Habitats with greatest species diversity were those of pine-oak montane forest. A total of 29 *Salvia* species and 33 bee species were observed and collected. *Bombus* species were the most common bee visitors comprising 263 (66%) of the 396 bees captured on 24 of the 29 *Salvia* species studied (Tables 1,2). Other common bee genera included *Xylocopa, Deltoptila, Osmia,* and *Anthophora.*

Flowers of *Salvia* species vary in color from blue/purple to white/cream and red/ pink (Table 2). Generally, blue-and white-flowered *Salvia* were visited, and presumably pollinated, by bees (based on observations of foraging behavior). All red-flowered *Salvia* were robbed of nectar by their visiting bees through perforations made at the base of the corolla. Red-flowered *Salvia* are probably hummingbird pollinated based on color, shape, and absence of any legitimately visiting bees.

Of the 31 observations of bees robbing flowers of nectar, 11 (36%) were of *Xylocopa* and 12 (39%) of *Bombus* (Table 2). Of 25 *Xylocopa* flower visits and 48 *Bombus* visits, 11 (44%) and 12 (25%) respectively, were visits where nectar was robbed through corolla perforations.

Areas of sympatric, concurrently flowering *Salvia* species were found to be fairly common especially in pine-oak montane forests. Of the 36 localities visited (Appendix), 15 (42%) had more than one species present. As many as five different *Salvia* species were observed flowering within a circle of approximately 100 meters in diameter. It was not uncommon to find the same *Bombus* species pollinating more than one *Salvia* species at a locality. For example, at Rosario, Michoacan, *S. gracilis, S. lavanduloides, S. mexicana, S. iodantha,* and *S. fulgens* co-occur and flower simultaneously. The former three species are blue-flowered while the latter two are red-flowered. Both *S. gracilis* and *S. lavanduloides* were pollinated by *Bombus ephippiatus.* At locality #34 (see Appendix), *B. diligens* was observed pollinating both *S. lavanduloides* and *S. inconspicua,* and at Ajusco, D.F., *B. nigrodorsalis montezumae* pollinated *S. lavanduloides* and *S. polystachya.*

The following data also provide some insight into the floral color preferences and nectar robbing behavior of *Bombus* within *Salvia* communities. Of the 258 worker and male bumblebees recorded -5 queens were also collected-, 12 male bumblebees pollinated 2 white-flowered *Salvia,* no workers were observed on white-flowered *Salvia.* Four red-flowered *Salvia* were robbed by approximately equal proportions of male (14 or 44%) and worker (19 or 56%) bumblebees. Eighteen blue-flowered *Salvia* were pollinated predominately by workers (140 or 65%).

Table 1. Bees visiting *Salvia* species in Mexico.

Name of Species	Number Collected
Colletidae	
1. *Caupolicana (Zikanapis) elegans*	1
2. *Colletes* sp.	2
Halictidae	
3. *Caenaugochlora ctenaugochlora*	1
4. *Pseudaugochloropsis graminea*	5
Megachilidae	
5. *Anthidium (Anthidium)* sp.	2
6. *A. (Melanthidium) carri*	3
7. *Chalicodoma (Chelostomoides)* sp.	2
8. *C. (Cressoniella)* sp.	1
9. *Osmia (Diceratosmia)* sp.	11
Anthophoridae	
10. *Anthophora californica*	1
11. *A. capistrata*	6
12. *A. montana*	1
13. *Deltoptila elefas*	30
14. *D. aurolentocaudata*	2
15. *Exomalopisis (Phanomalopsis) binotata*	1
16. *Melissodes* sp.	1
17. *Thygater (Thygater) rubricata*	1
18. *Xenoglossodes* sp.	4
19. *Xylocopa (Neoxylocopa)* sp.	1
20. *X. (Notoxylocopa) guatemalensis*	9
21. *X. (Xylocopoides) cyanea*	1
22. *X. tabaniformis azteca*	19
23. *X. tabaniformis melanosoma*	11
24. *X. tabaniformis tabaniformis*	7
Apidae	
25. *Apis mellifera*	9
26. *Bombus diligens*	38
27. *B. ephippiatus formosus*	100
28. *B. medius*	15
29. *B. nigrodorsalis montezumae*	87
30. *B. pennsylvanicus pennsylvanicus*	2
31. *B. steindachneri*	15
32. *B. trinominatus*	6
33. *Psithyrus* sp.	1
Total	396

Table 2. *Salvia* species with their visiting bee species corresponding to Table 1.

Blue/Purple-Flowered *Salvia*

S. anastomosans -29* (1)
S. breviflora -7* (1)
S. fluviatilis -5*, 6*, 11* 15*, 31* (1)
S. fruticulosa -7*, 9*, 25*, 29* (1)
S. gracilis -27*, 13* (1)
S. helianthemifolia -27* (1)
S. inconspicua -2*, 4*, 6*, 9*, 19*, 20*, 22*, 24*, 26*, 29*, 31* (4)
S. keerlii -9*, 11*, 18*, 25*, 29* (1)
S. lavanduloides -3*, 22*, 25*, 26*, 27*, 29*, 31*, 32*, 33* (7)
S. longifolia -12*, 23, 25*, 26*, 29* (1)
S. longispicata -27*, 29* (1)
S. mexicana -13*, 20, 27, 29 (5)
S. mocinoi -22* (1)
S. pannosa -13*, 27*, 29* (1)
S. polystachya -1*, 2*, 9*, 11*, 13*, 14*, 22*, 23*, 25*, 26*, 27*, 28*, 29*, 30* (7)
S. rhyacophila -22*, 26*, 27*, 29* (1)
S. rubiginosa -4*, 28* (1)
S. sapinaea -27* (1)
S. semiatrata -4, 10, 20, 22, 23, 26, 27*, 29 (2)
S. thymoides -5*, 22*, 23*, 25*, 27* (1)
S. thyrsiflora -8*, 20*, 21*, 27*, 30* (1)

White/Cream-Flowered *Salvia*

S. albiflora -27* (1)
S. tenoriana -11*, 23*, 29* (1)

Red/Pink-Flowered *Salvia*

S. cinnabarina -20, 25, 26, 27, 29 (3)
S. elegans -17, 22, 27, 29 (1)
S. iodantha -13, 22, 27 (1)
S. lasiantha -16, 25 (1)
S. longistyla -24 (1)
S. purpurea -22, 24, 25, 27, 29 (3)

*signifies the bee species as a potential pollinator; those lacking an asterisk were observed robbing the flower through corolla perforations. Parentheses indicate the number of localities observed.

DISCUSSION

Most blue- and white-flowered *Salvia* species seem to be able to utilize any species of *Bombus* as a pollinator. The requirements for pollination are a strong animal visitor with only a short to moderate tongue length. These conditions are easily met by most bumblebee species, and *Bombus* seems to participate in robbing behavior less frequently than *Xylocopa*..

One case of possible monophily was observed. Populations of *Salvia mexicana* were observed at five different localities in three different states plus the Distrito Federal. In every

case, the only pollinating bee was *Deltoptila elefas,* which has a very long tongue that corresponds to the long corolla tube of this species.

There is some evidence that bumblebees forage indiscriminately between plant species of similar appearance (Macior, 1970; Thomson, 1981). Therefore, areas of sympatric, concurrently flowering *Salvia* species generate questions regarding pollinator fidelity and the possible transfer of pollen between different *Salvia* species. If indiscriminate foraging by bees were to occur between sympatric, concurrently flowering *Salvia* species, excessive pollen waste and/or reduced seed set could be expected (Campbell, 1985; Waser, 1978).

However, since sympatric, concurrently flowering *Salvia* are common, it seems unlikely that significant pollen and/or seed loss is occurring within these assemblages. There are a number of possible explanations to account for this: 1) individual bees do not forage indiscriminately; 2) *Salvia* species are so diverse that they are morphologically different enough, by chance, to avoid the effects of indiscriminate bee foraging; or 3) selection eliminates those species which are morphologically similar and affected by indiscriminate bee foraging.

Male and worker bumblebees robbed the nectar of red-flowered *Salvia* in equal proportion. It was expected that males would be observed in greater proportion than workers on red-flowered species since males forage only for nectar while workers forage for both nectar and pollen. *Bombus* workers were observed in greater proportion than males on blue-flowered *Salvia* which probably is in relation to collecting pollen. The association of white-flowered *Salvia* with only male *Bombus* is most likely a result of small sample size.

The effect of nectar robbing on the reproductive success of co-occurring *Salvia* would also be of interest. Most red-flowered *Salvia* co-occurring with blue-flowered *Salvia* were being robbed of nectar by bumblebees. Red-flowered *Salvia*, therefore, provide and added food resource for bees that were also pollinating blue-flowered *Salvia*. Does the association of red-flowered with blue-flowered *Salvia* detract or augment the visitation by bumblebees to blue-flowered *Salvia*? Clearly, further detailed observations and experiments are needed to understand the complex relationships of sympatric, concurrently flowering *Salvia* presented here.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Beryl Simpson, John Neff, and Leticia Cabrera R. for reviewing earlier drafts of the manuscript. *Salvia* species were identified by T.P. Ramamoorthy. All bee species except the Anthophorini were identified by Dr. John L. Neff. Anthophorini were identified by Dr. Robert W. Brooks. Katie Bear drew the ilustration of *Salvia mexicana*.

LITERATURE CITED

Campbell, D. R. 1985. Pollinator sharing and seed set of *Stellaria pubera:* competition for pollination. Ecology 66: 544-553.

Epling, C. 1939. A revision of *Salvia*: subgenus *Calosphace*. Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 110: 1-380.

Macior, L. W. 1970. The pollination ecology of *Pedicularis* in Colorado. Amer. J. Bot. 57: 716-728.

Thomson, J. D. 1981. Spatial and temporal components of resource assessment by flower-feeding insects. J. Anim. Ecol. 50: 49-59.
Waser, N. M. 1978. Competition for hummingbird pollination and sequential flowering in two Colorado wildflowers. Ecology 59: 934-944.

APPENDIX

Localities and collection numbers of *Salvia* species in this study. Vouchers located at MEXU and TEX

Michoacan:
1.- Mil Cumbres
S. fulgens (Ramamoorthy et al. 4831+); S. inconspicua (Ramamoorthy et al. 4826); S. iodantha (Ramamoorthy et al. 4825); S. mexicana (Ramamoorthy et al. 4823); S. mocinoi (Ramamoorthy et al. 4830); S. purpurea (Ramamoorthy et al. 4827)
2.- 3.7 km SW of Rosario
S. helianthemifolia (Ramamoorthy et al. 4832)
3.- 8 km SW of Rosario
S. fulgens (Ramamoorthy et al. 4841+); S. gracilis (Ramamoorthy et al. 4839); S. iodantha (Ramamoorthy et al. 4837); S. lavanduloides (Ramamoorthy et al. 4838); S. mexicana (Ramamoorthy et al. 4840)

Guerrero:
4.- 15.7 km N of Iguala
S. fluviatilis (Ramamoorthy et al. 4802)
5.- 6 km W of deviation to Chichihualco from Mexico/Acapulco road
S. breviflora (Ramamoorthy et al. 4803)
6.- 5.2 km after turn to Filo de Caballo from road to Chichihualco
S. inconspicua (Ramamooorthy et al. 4804)
7.- 9.7 km N of Ayotla
Salvia species *(Ramamoorthy et al. 4807)*
8.- 11.4 km of Ayotla
S. polystachya, no voucher
9.- 5 km W of Filo de Caballo
S. cinnabarina (Ramamoorthy et al. 4821); S. mocinoi (Ramamoorthy et al. 4822); S. polystachya (Ramamoorthy et al. 4817)
10.- 1.2 km E of Chilapachaca
S. rhyacophila (Ramamoorthy et al. 4822A)
11.- 16 km E of Chilapa
S. lavanduloides (Ramamoorthy et al. 4822B)
12.- 2 km NW of El Balcon
S. longistyla (Ramamoorthy et al. 4842)
13.- 10.3 km NW of El Balcon
S. lavanduloides (Ramamoorthy et al. 4845); S. thyrsiflora (Ramamoorthy et al. 4846)

14.- 5.5 km NE of Nueva Delhi
S. sapinaea (Ramamoorthy et al. 4849)

Distrito Federal:

15.- Ajusco, entrance to Tlalpuente, off old road to Cuernavaca
S. lavanduloides (Ramamoorthy & Dieringer 4758); S. mexicana (Ramamoorthy & Dieringer 4759, 4760); S. microphylla, no voucher+; *S. polystachya (Ramamoorthy & Dieringer 4761)*

Morelos:

16.- 11 km after the turn to Cuernavaca from Ocuilan
S. iodantha (Ramamoorthy et al. 4763); S. lavanduloides (Ramamoorthy et al. 4764); S. mexicana (Ramamoorthy et al. 4762); S. polystachya (Ramamoorthy et al. 4766)
17.- Cuernavaca, near road exiting to Ocuilan
S. purpurea (Ramamoorthy et al. 4769)
18.- 4 km SW of Tres Marias
S. polystachya (Ramamoorthy & Dieringer s. n.)

Puebla:

19.- 14 km from Teotepec
S. tenoriana, Ramamoorthy ined. *(Tenorio & Dieringer 10648)*
20.- 0.5 km S of San Miguel
S. longispicata (Ramamoorthy et al. 4795)
21.- Tatexea, Sierra Norte de Puebla, 12 km N of San Isidro
S. albiflora (Ramamoorthy et al. 4797)
22.- 5 km W of Zapotitlan
S. rubiginosa (Ramamoorthy et al. 4798)
23.- 6 km W of Ahuacatlan
S. polystachya (Ramamoorthy et al. 4800)

Oaxaca:

24.- 5 km after Tamazulapan on road to Chilapa from Tamazulapan
S. anastomosans (Ramamoorthy et al. 4773); S. lasiantha (Ramamoorthy et al. 4770); S. polystachya (Ramamoorthy et al. 4771); S. semiatrata (Ramamoorthy et al. 4772)
25.- Cerro Pericon, NW of San Pedro de Nopala
S. pannosa (Ramamoorthy et al. 4777); S. purpurea (Ramamoorthy et al. 4779)
26.- Teposcolula
S. fruticulosa (Ramamoorthy et al. 4783); S. keerlii (Ramamoorthy et al. 4782); S. semiatrata (Ramamoorthy et al. 4784); S. thymoides (Ramamoorthy et al. 4785)
27.- 24 km S of Yolomecatl
S. inconspicua (Ramamoorthy et al. 4790); S. cinnabarina (Ramamoorthy et al. 4791); S. longifolia (Ramamoorthy et al. 4792)
28.- 8 km SE of Chocani
S. thymoides (Ramamoorthy et al. 4781)
29.- Huajuapan
S. lasiantha (Tenorio & Dieringer s.n.)

30.- Cerro Verde, near Huautla
S. mexicana (Tenorio & Dieringer 10691); S. polystachya (Tenorio & Dieringer 10680*); S. purpurea (Tenorio & Dieringer 10686*)*
31.- Cerro Adoracion, E of Huautla
S. elegans (Tenorio & Dieringer 10692); S. lavanduloides (Tenorio & Dieringer 10693*)*
32.- 93.8 km S along MEX 175 from Tuxtepec to Oaxaca
S. longispicata (Tenorio & Dieringer 10703)*
33.- 143.3 km S of Tuxtepec on MEX 175
Salvia species (red flowers) *(Tenorio & Dieringer 10704*)*
34.- 157.3 km S of Tuxtepec on MEX 175
S. inconspicua (Tenorio & Dieringer 10706); S. lavanduloides (Tenorio & Dieringer 10711*)*
35.- 12 km S of Tuixtla
S. inconspicua (Tenorio & Dieringer 10712); S. semiatrata (Tenorio & Dieringer 10713*)*
36.- 10 km S of Piedra Larga, towards Puerto Escondido
S. lavanduloides (Tenorio & Dieringer 10730); S. nicolsonii* Ramamoorthy ined. *(Tenorio & Dieringer 10731*+)*

+no bees observed

*located at MEXU only

AGRADECIMIENTOS

Acta Botánica Mexicana agradece a los siguientes investigadores su colaboración con el Consejo Editorial durante 1990.

Rupert C. Barneby
Stephen H. Bullock
Alberto Búrquez
Javier Caballero
Robert W. Cruden
Fernando Chiang Cabrera
Alfonso Delgado Salinas
Robert L. Dressler
Peter Goldblatt
Francisco González Medrano
Roberto González Tamayo
Rosaura Grether González
Boone Hallberg
Stephan L. Hatch
James Henrickson
Héctor M. Hernández
Jorge López-Portillo
L. W. Macior
Jorge S. Marroquín
A. Michael Powell
John R. Reeder
Victor Rico-Gray
Alan R. Smith
Victoria Sosa
Víctor Toledo Manzur
Thomas L. Wendt

Esta revista aparece gracias
al apoyo económico otorgado por
el Consejo Nacional de Ciencia
y Tecnología, México.

Toda correspondencia referente a
suscripción, adquisición de
números o canje, debe dirigirse a:

ACTA BOTANICA MEXICANA

Instituto de Ecología
Centro Regional del Bajío
Apartado Postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán
México

Suscripción anual:

México $ 15,000.00
Extranjero $ 15.00 U.S.D.